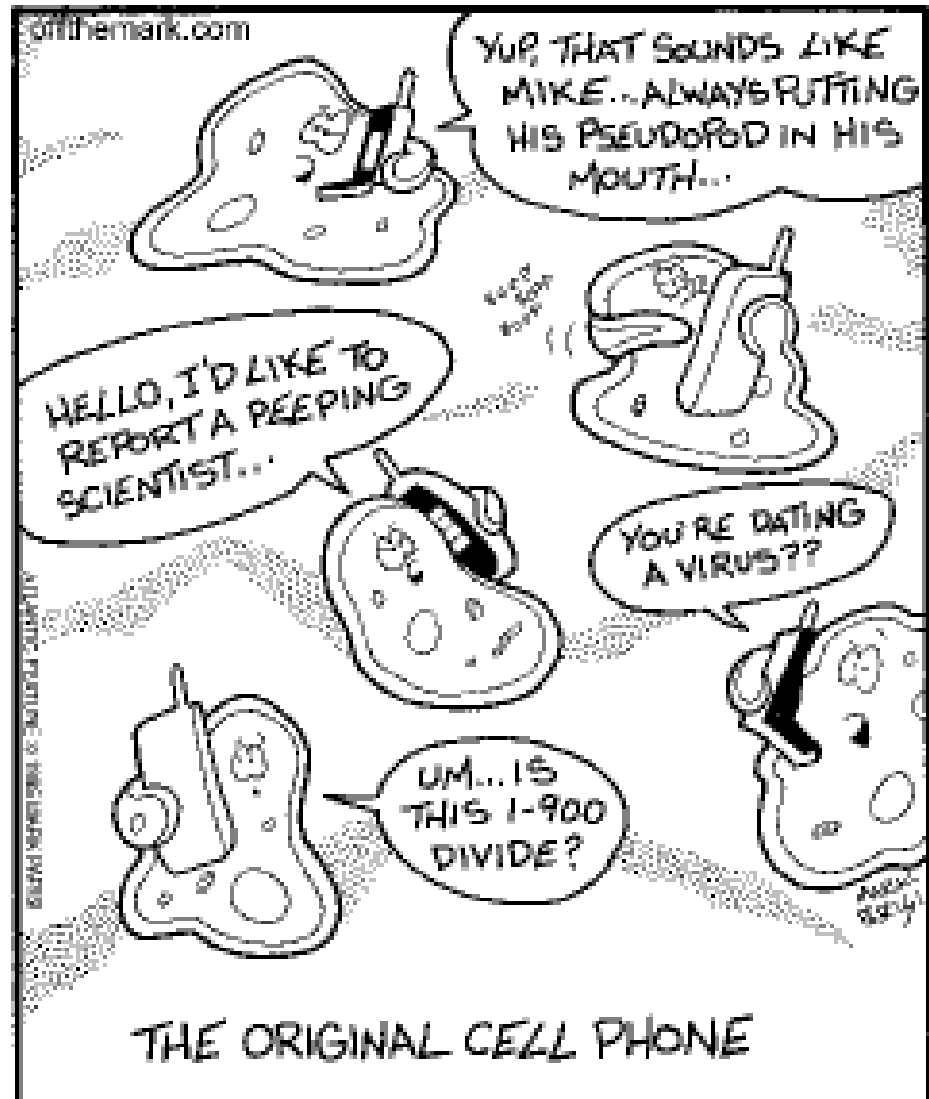


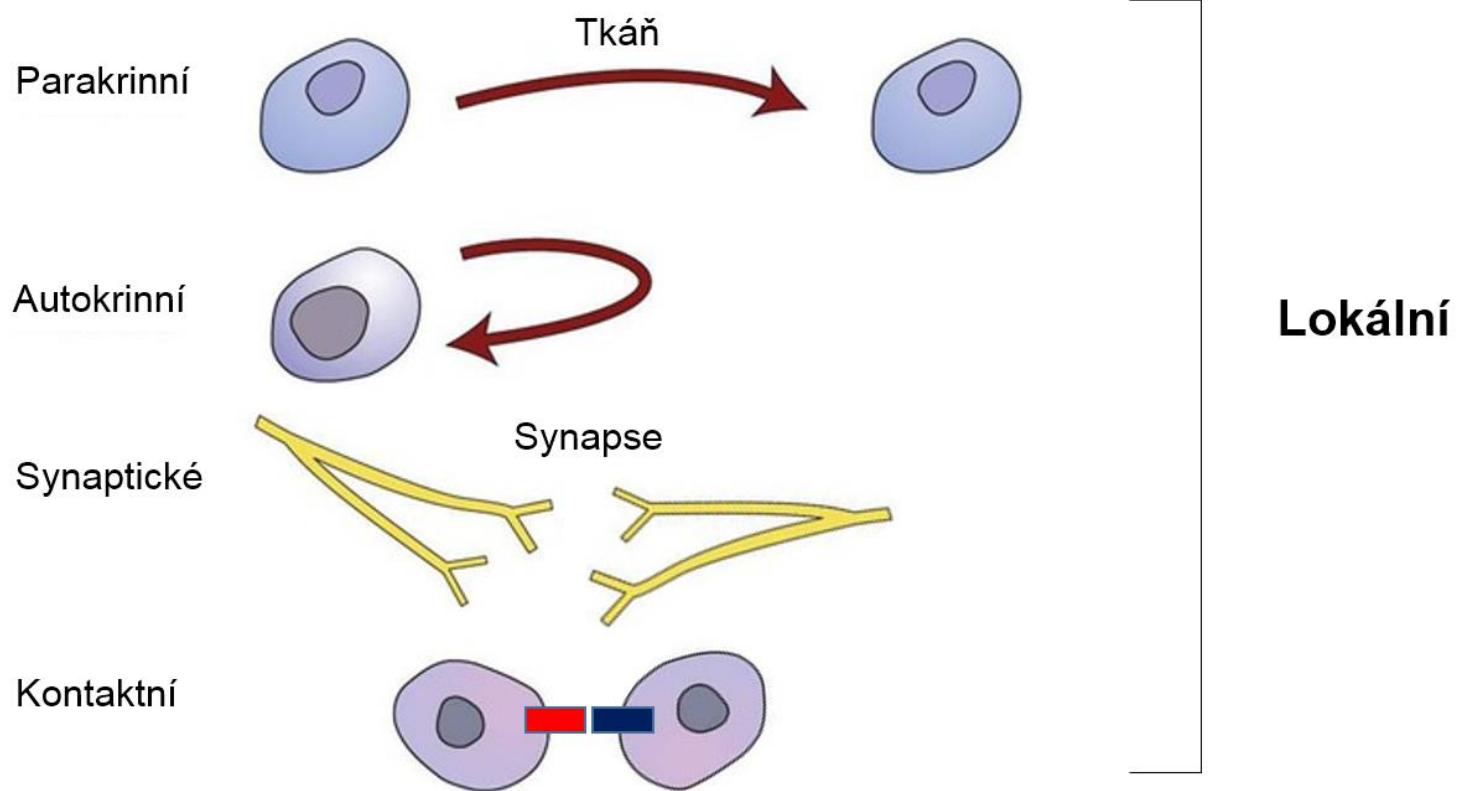
# ENDOKRINNÍ SYSTEM

2024

**off the mark** by Mark Parisi  
www.offthemark.com

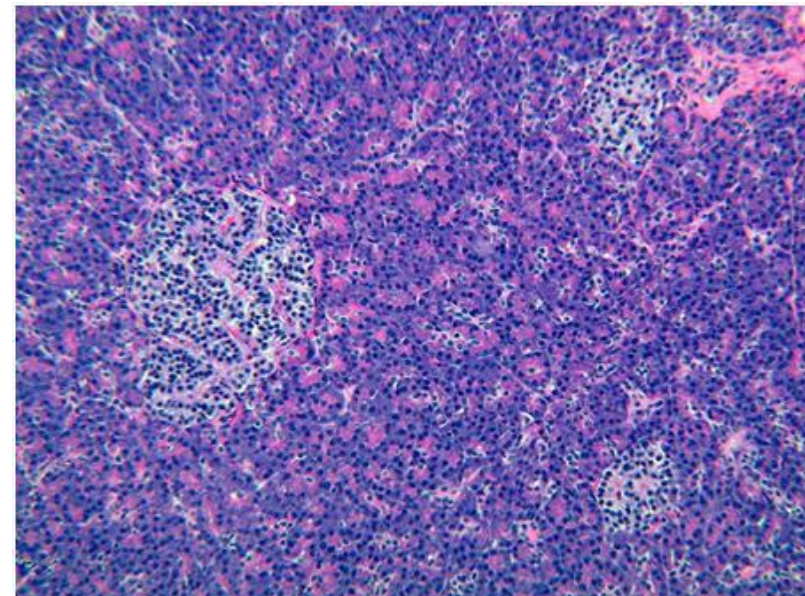
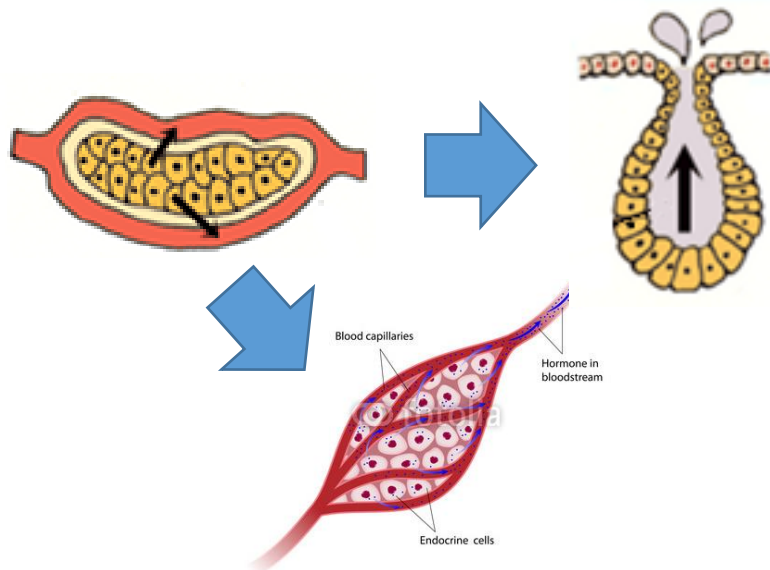


# MEZIBUNĚČNÁ KOMUNIKACE



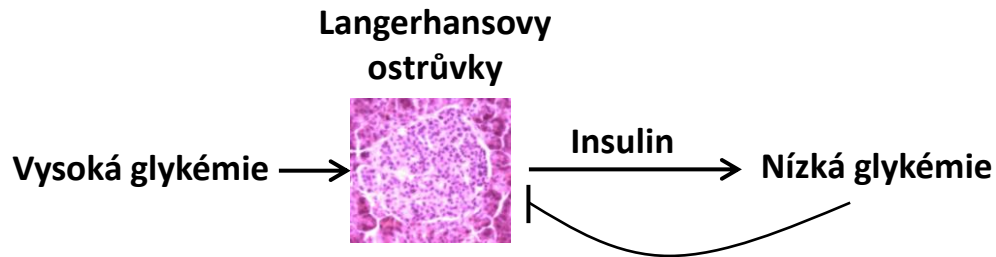
# OBECNÉ VLASTNOSTI ENDOKRINNÍHO SYSTÉMU

- **ENDOKRINNÍ ORGÁNY** (např. hypofýza, štítná žláza, příštítná tělíska, nadledviny)
- **ENDOKRINNÍ TKÁŇ** jako součást **JINÝCH ORGÁNŮ**  
(pankreas, gonády, ledviny, placenta)
- **IZOLOVANÉ ENDOKRINNÍ BUŇKY** (DNES, APUD)
- **NEUROENDOKRINNÍ BUŇKY**
- **Jednotné vývojové schéma endokrinních žláz**
  - invaginace různých epitelů, které ztratily kontakt s původní tkání
  - na rozdíl od exokrinních žláz **nemají vývod**

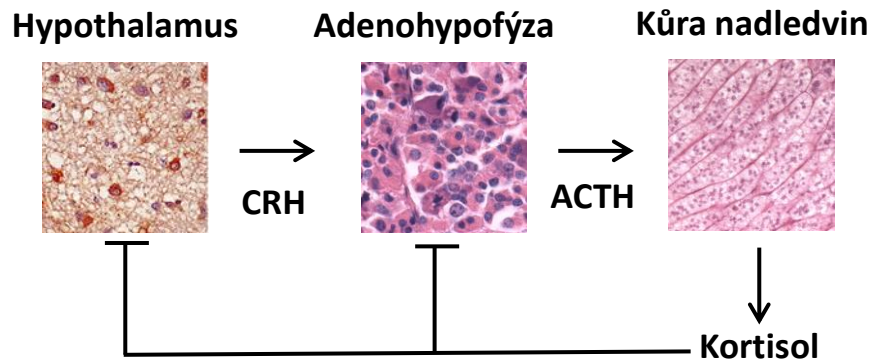


# JAK JE ŘÍZENÁ SEKRECE HORMONŮ?

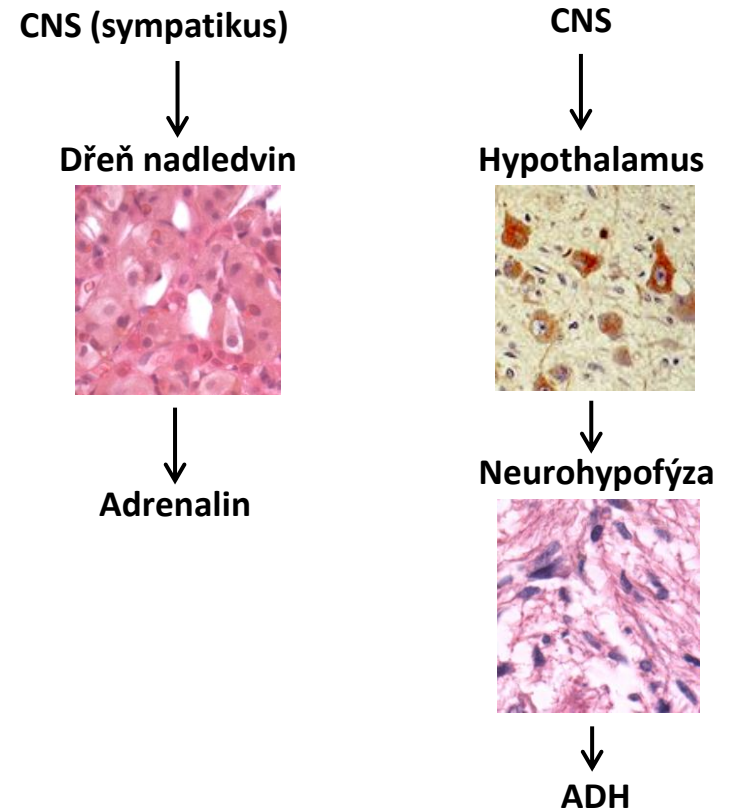
## 1. Negativní zpětná vazba změnou metabolického stavu



## 2. Negativní zpětná vazba zvýšením koncentrace sekretovaného hormonu



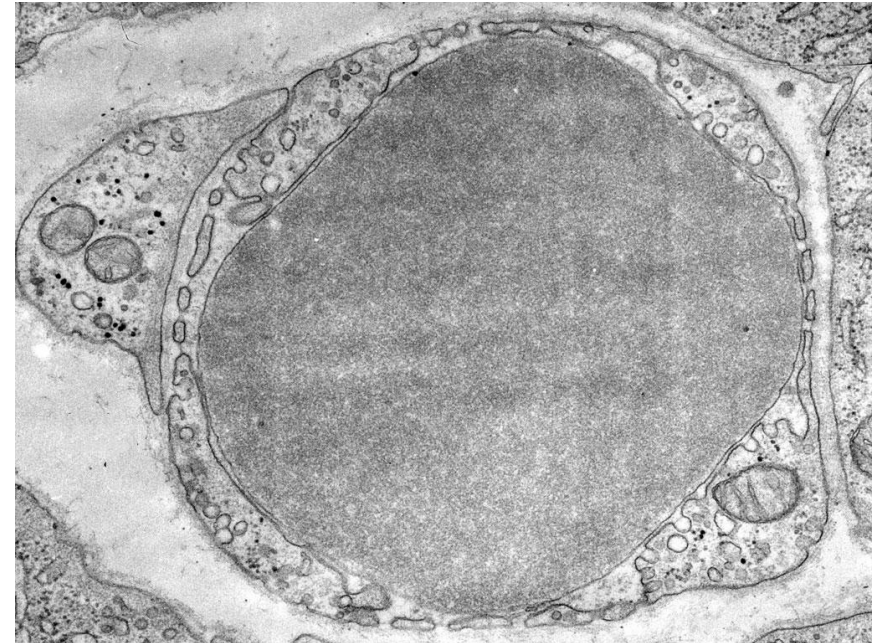
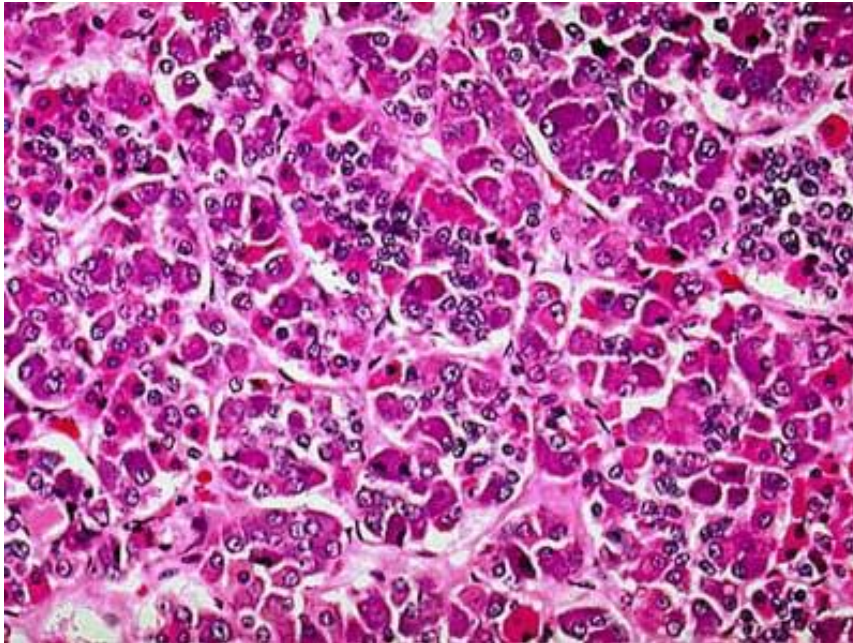
## 3. Nervovým systémem – přímou inervací





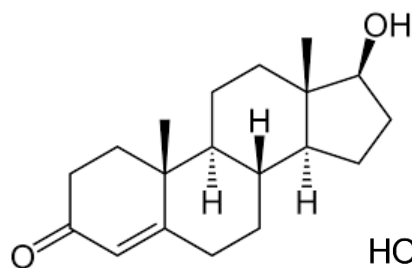
# OBEČNÁ MORFOLOGIE ENDOKRINNÍCH ORGÁNŮ

- **Vazivové pouzdro + septa**
- **Trámce žláзовého epitelu** nebo **folikuly** nebo **skupinky** žláзовých buněk
- **Kapilární síť**
  - Fenestrovane kapiláry
  - Sinusoidy

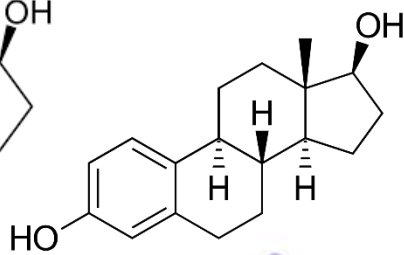


# OBECNÉ VLASTNOSTI HORMONŮ

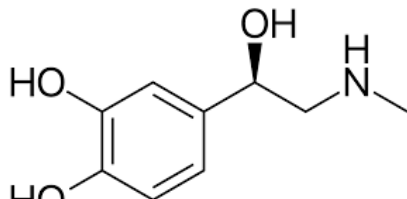
- **Steroidy** – hydrofobní, cytoplasmatické nebo jaderné receptory (pohlavní hormony, kortikoidy)
- **Proteiny a polypeptidy** – hydrofilní, receptory na buněčné membráně (insulin, hormony adenohipofýzy, PTH, ...)
- **Malé peptidy** (ADH, vasopresin)
- **Aminokyseliny** a jejich deriváty (adrenalin, noradrenalin, thyroxin)



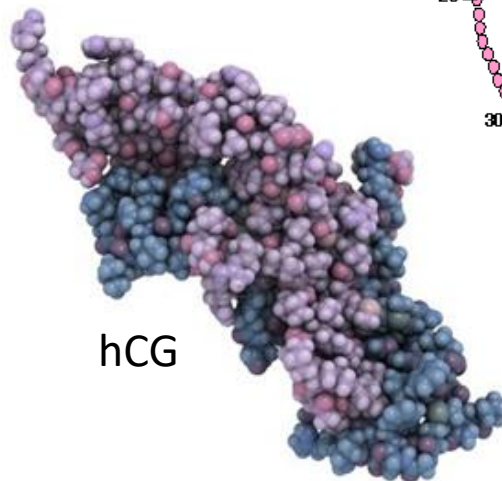
Testosteron



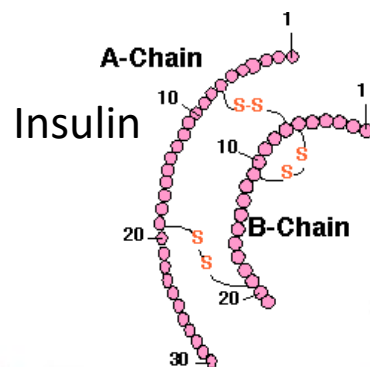
Estradiol



Adrenalin



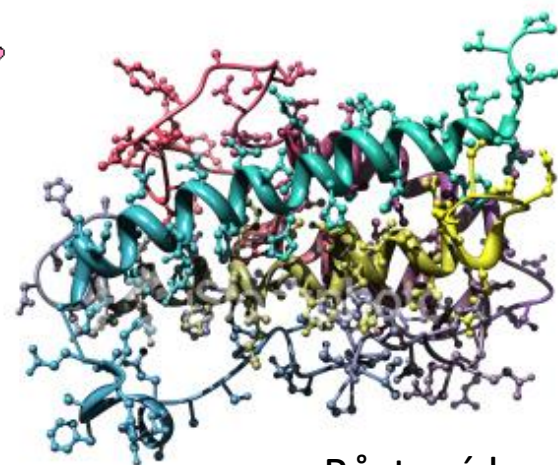
hCG



Insulin

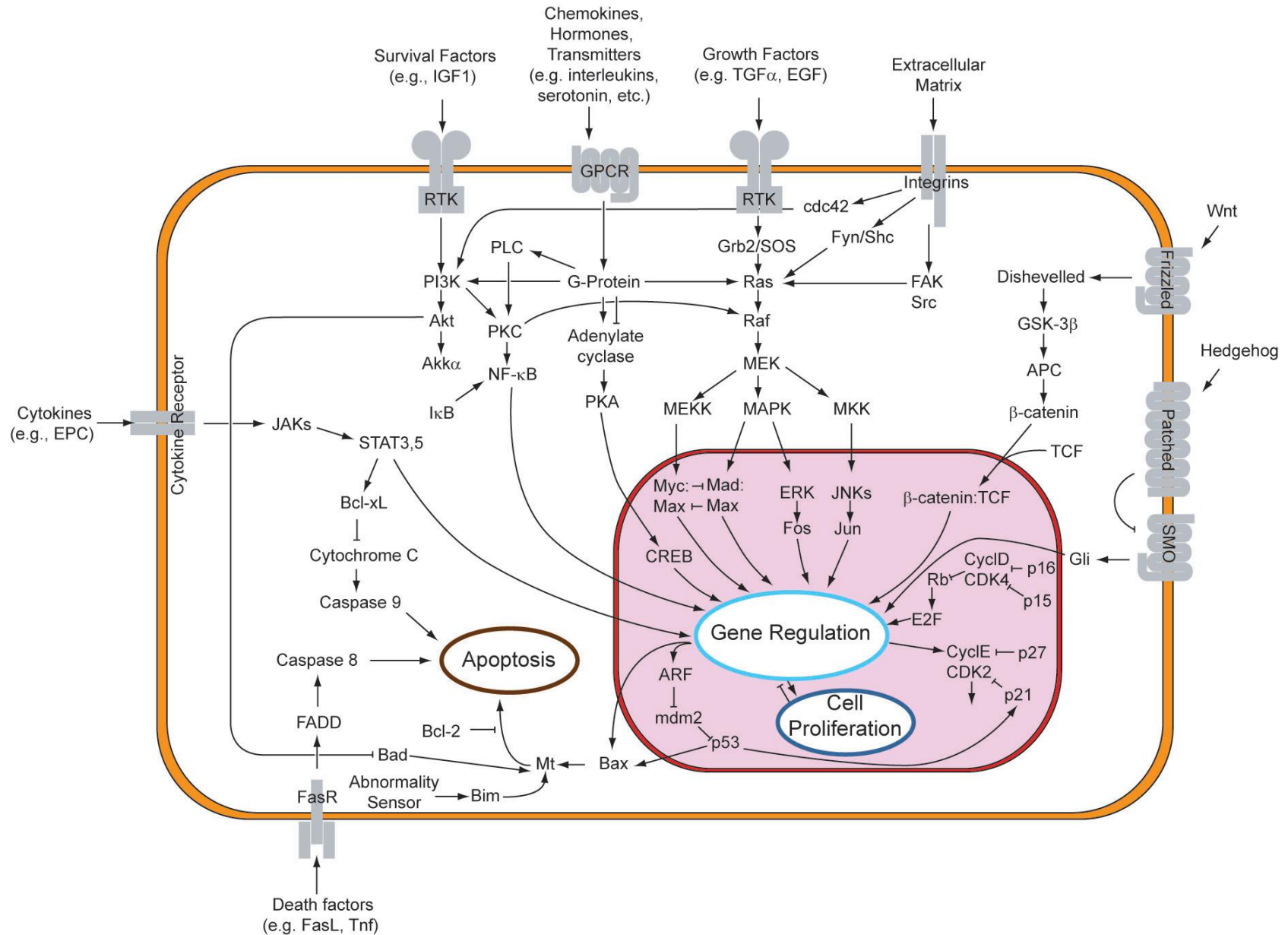


Melatonin



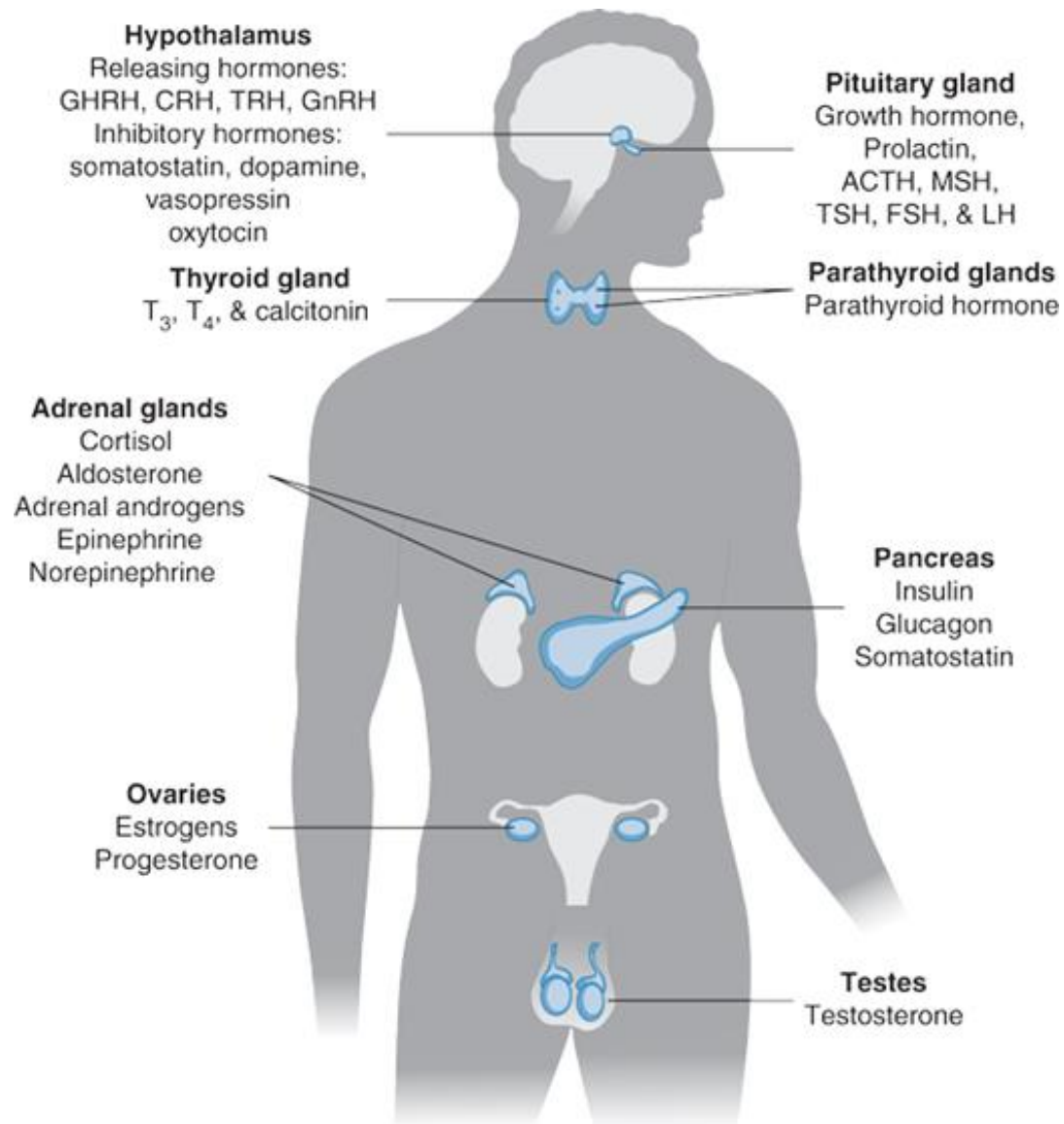
Růstový hormon

# OBEČNÉ VLASTNOSTI HORMONŮ





# ENDOKRINNÍ ŽLÁZY



# HYPOFÝZA (GL. PITUITARIA)

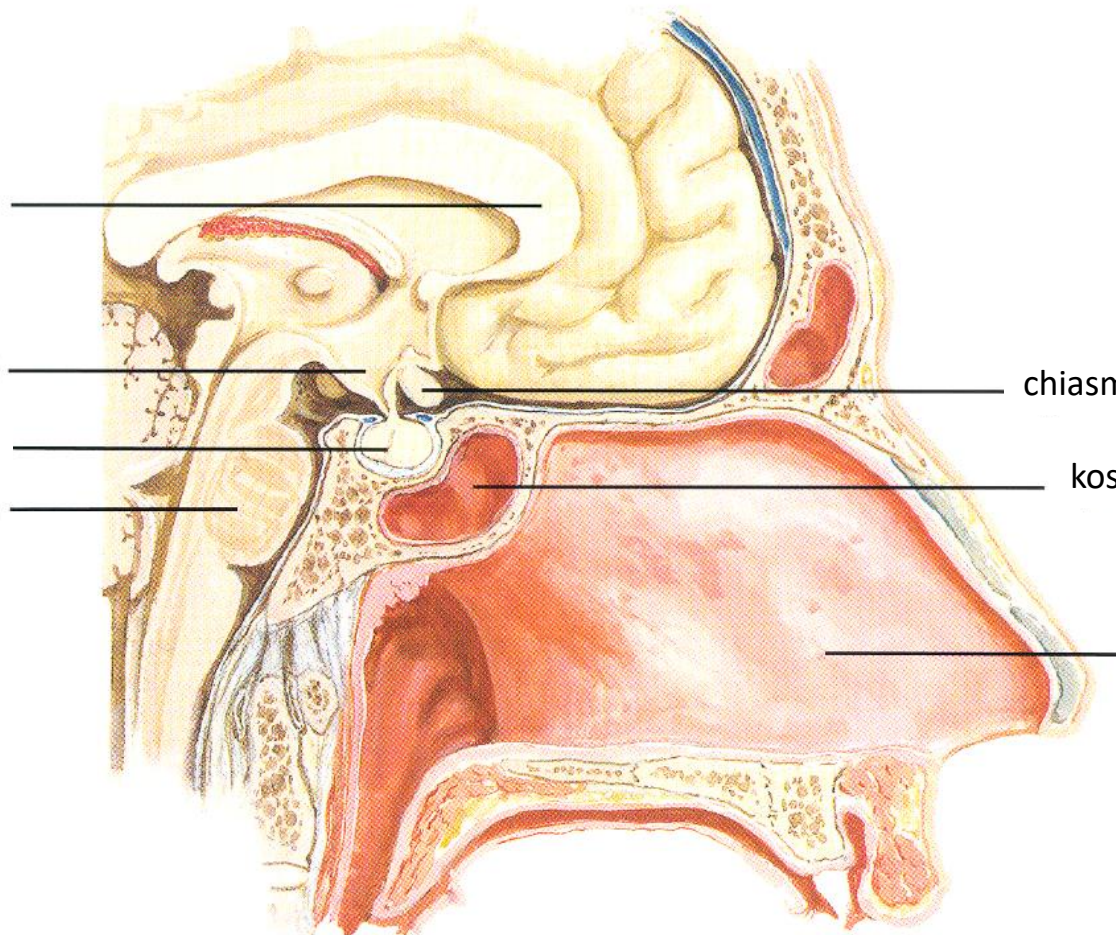


corpus callosum

HYPOTHALAMUS

**HYPOFÝZA**

pons

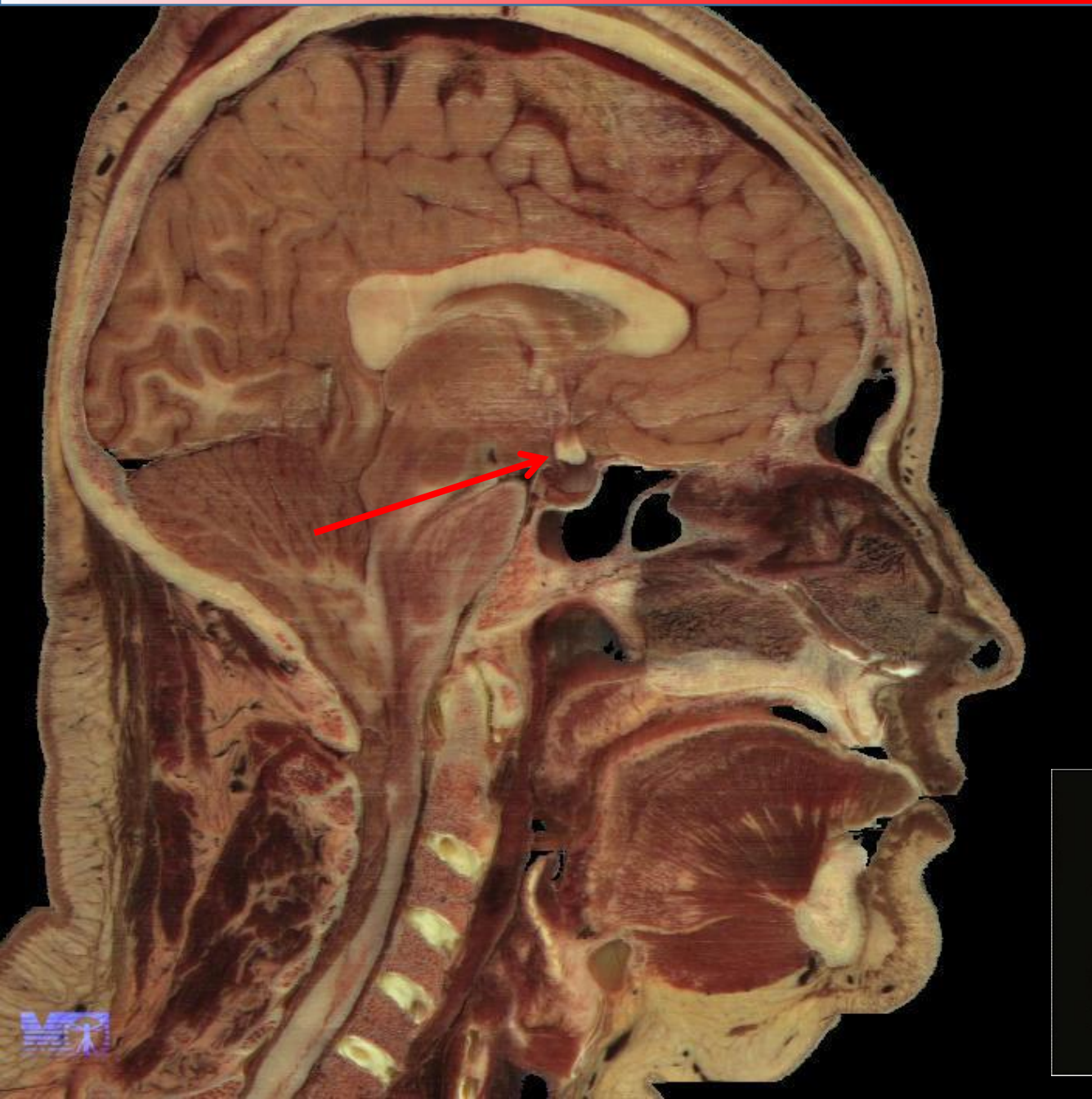


chiasma opticum

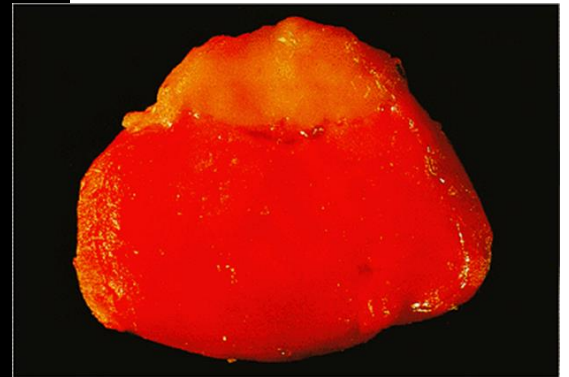
kost klínová

přepážka nosní

# HYPOFÝZA (GL. PITUITARIA)

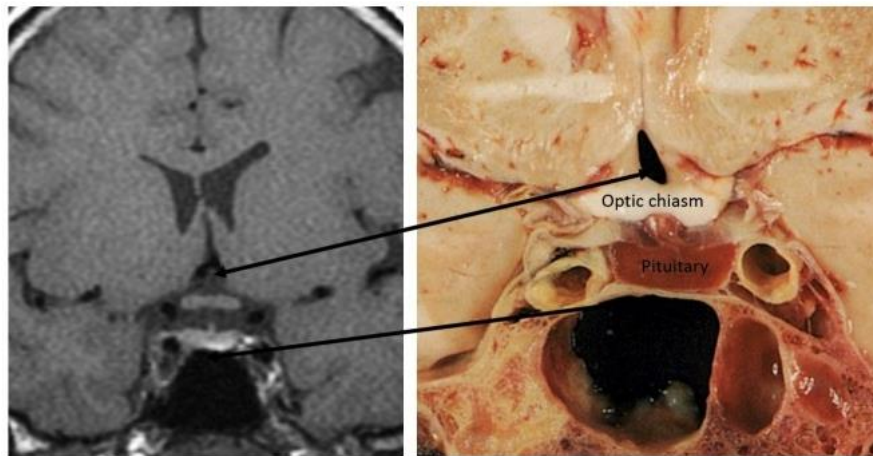


- hypothalamus
- sella turcica
- fossa hypophysialis
- optické chiasma





# HYPOFÝZA (GL. PITUITARIA)



**HYPOTHALAMUS**

Chiasma opticum

INFUNDIBULUM

Horní hypofyzární arterie

**ZADNÍ LALOK**

Diaphragma sellae

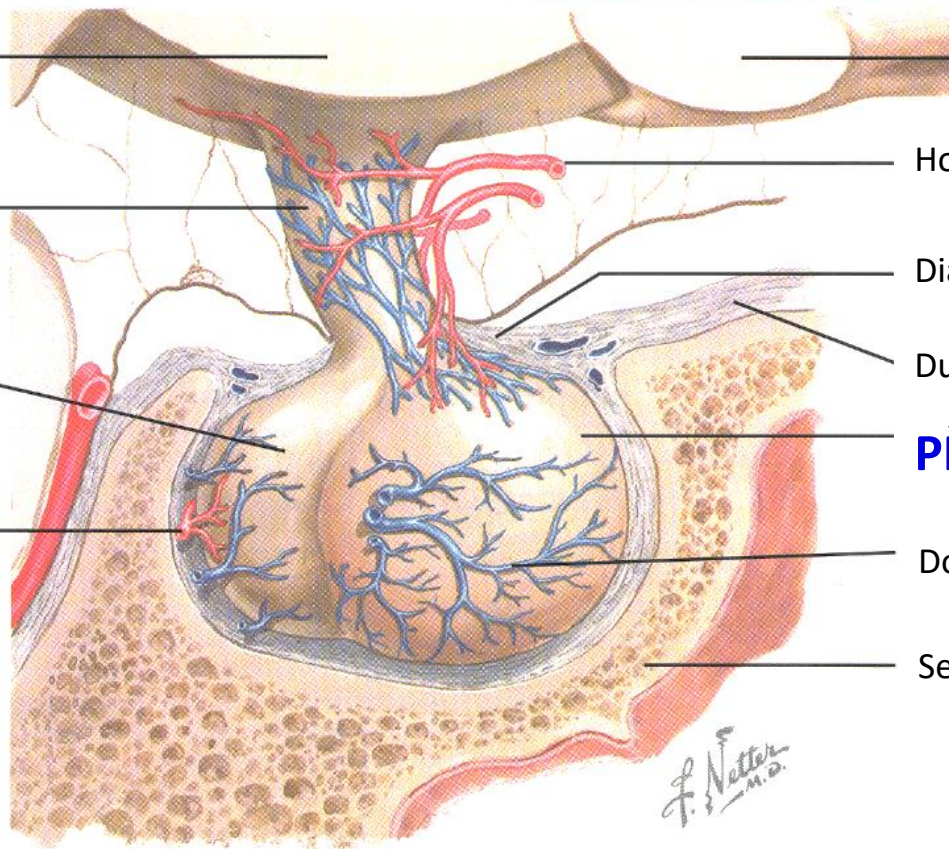
Dura mater

**PŘEDNÍ LALOK**

Dolní hypofyzární arterie

Dolní hypofyzární žíla

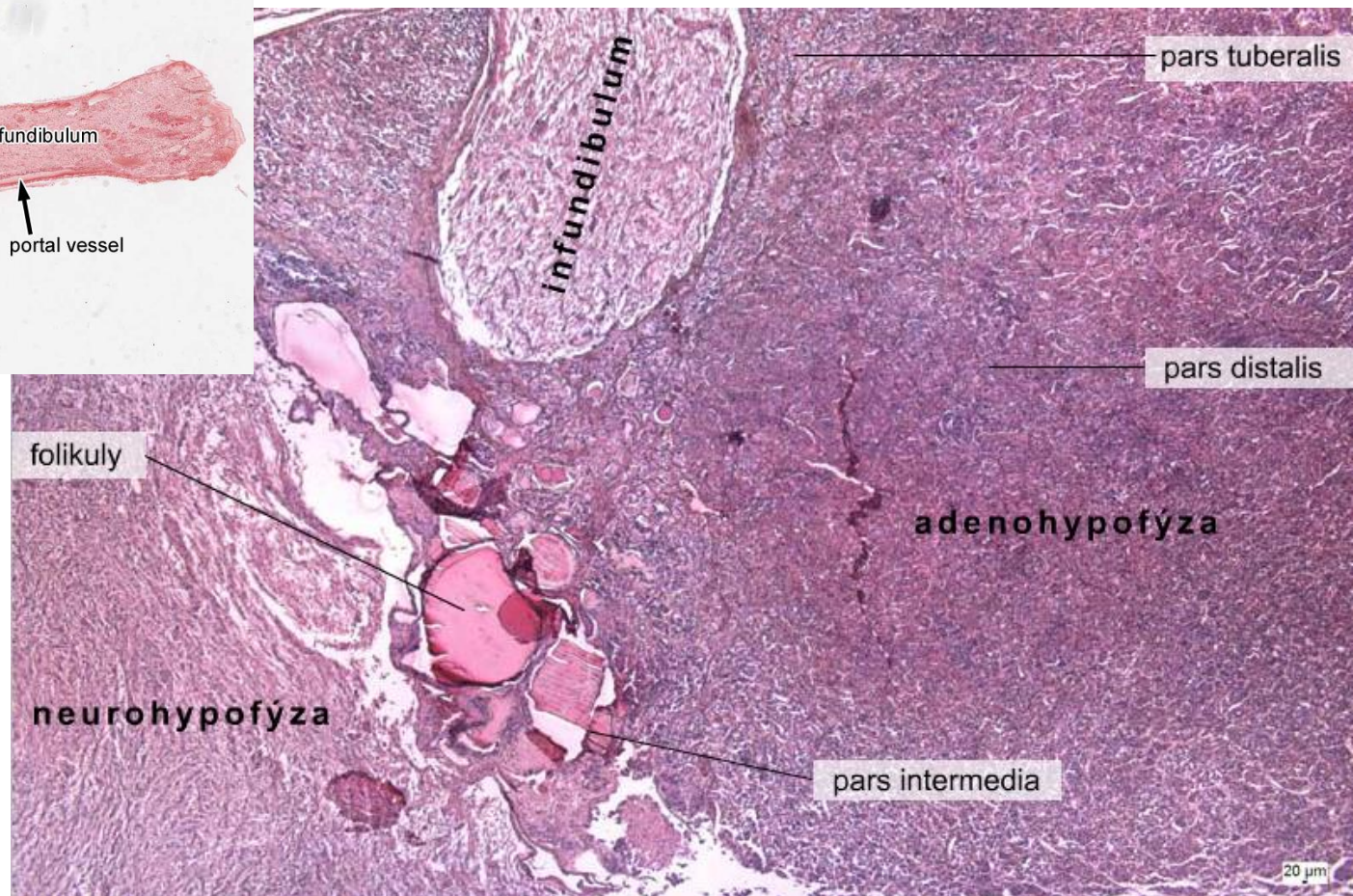
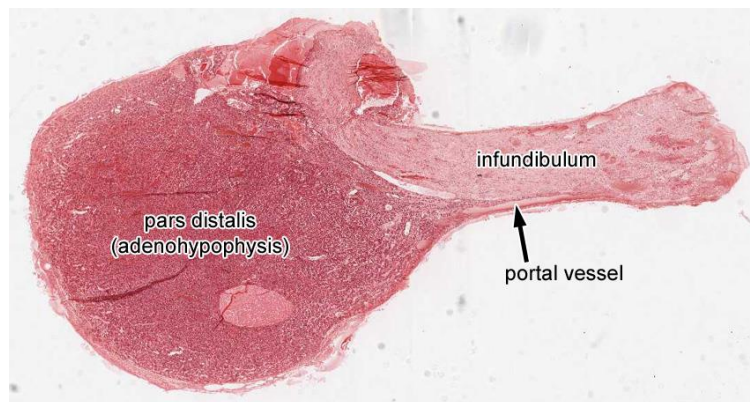
Sella turcica kosti klínové





# ZÁKLADNÍ STAVBA

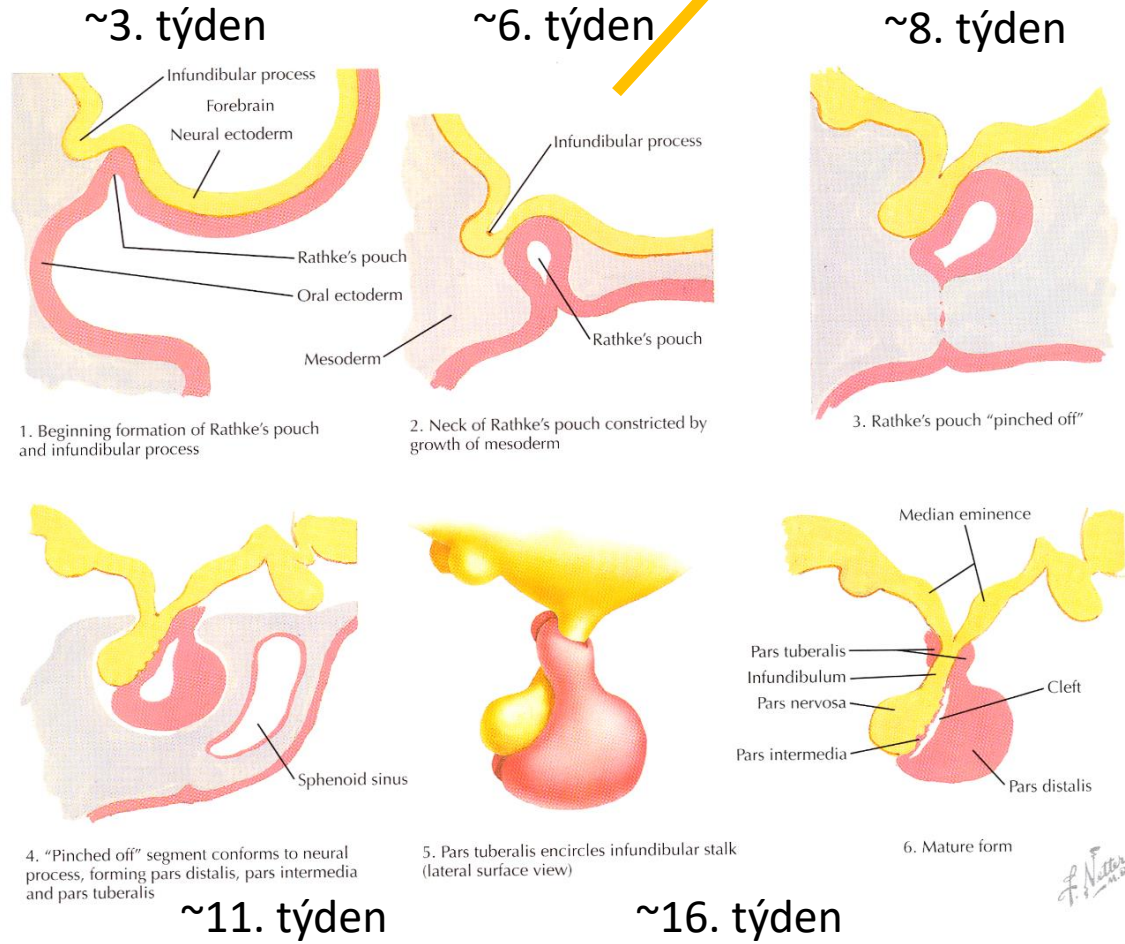
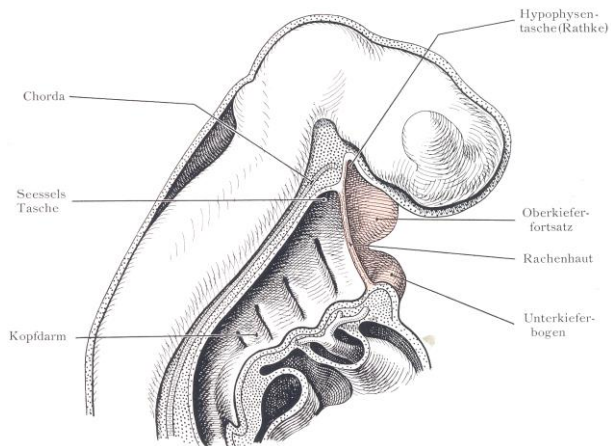
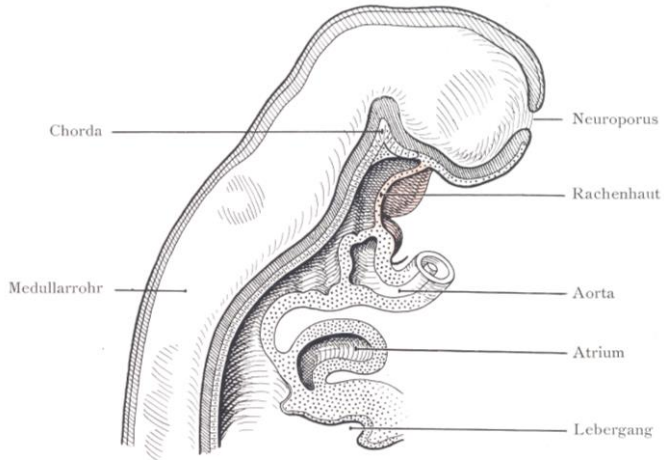
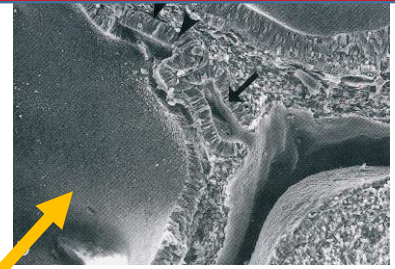
- **adenohypofýza** (*pars distalis, pars tuberalis, pars intermedia*)
- **neurohypofýza** (*pars nervosa*)
- *infundibulum, eminentia mediana*





# EMBRYONÁLNÍ VÝVOJ HYPOFÝZY

1. Ektoderm stomodea: **Rathkeho výchlípka**
2. **Neuroektoderm** ventrální stěny diencefalonu



*F. Netter M.D.*

# EMBRYONÁLNÍ VÝVOJ HYPOFÝZY

## Development of the Hypophysis



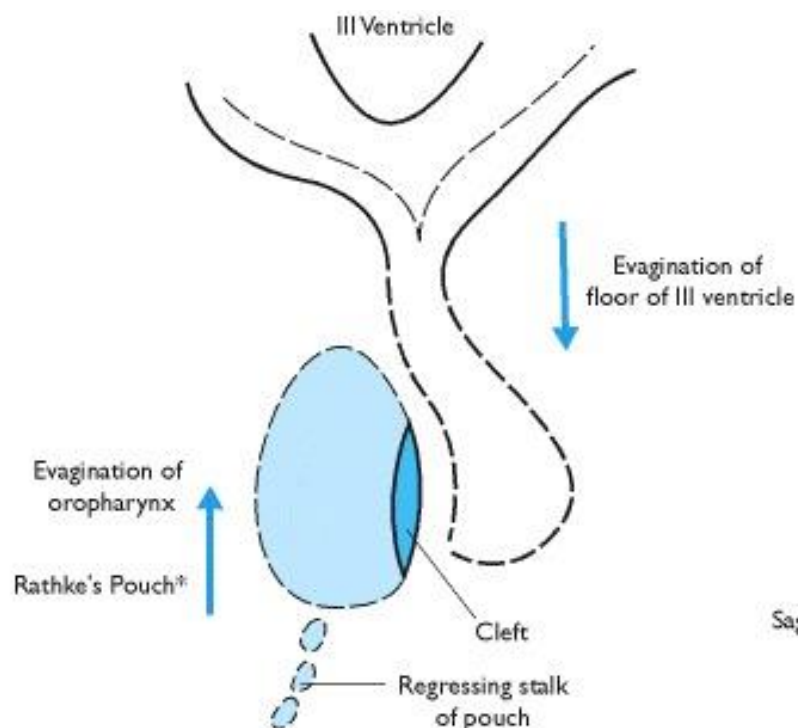
4. týden - Rathkeho výchlípka

5. týden - růst, kontakt s divertikulem prosencephalonu (infundibulum)

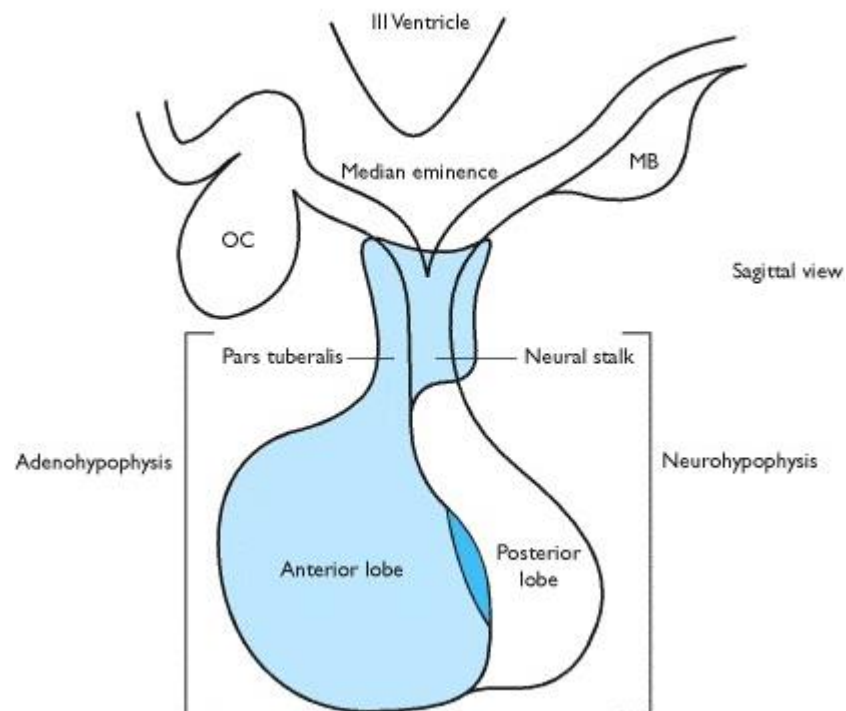
6. týden - spojení Rathkeho výchlípky a stomodea zaniká

10. týden - detekovatelné hladiny GH a ACTH

16. týden - adenohipofýza plně diferencovaná

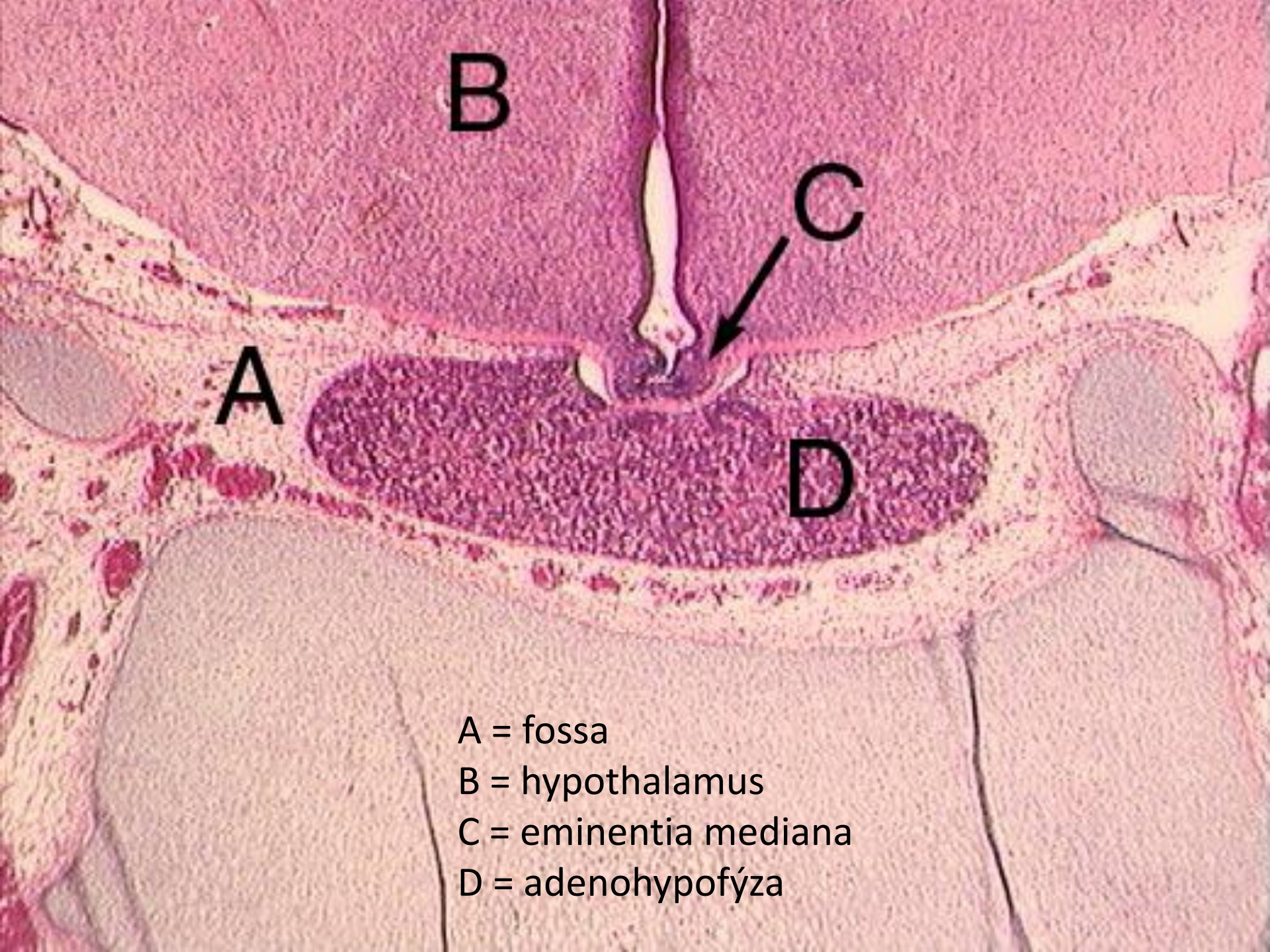


Sagittal view



Sagittal view





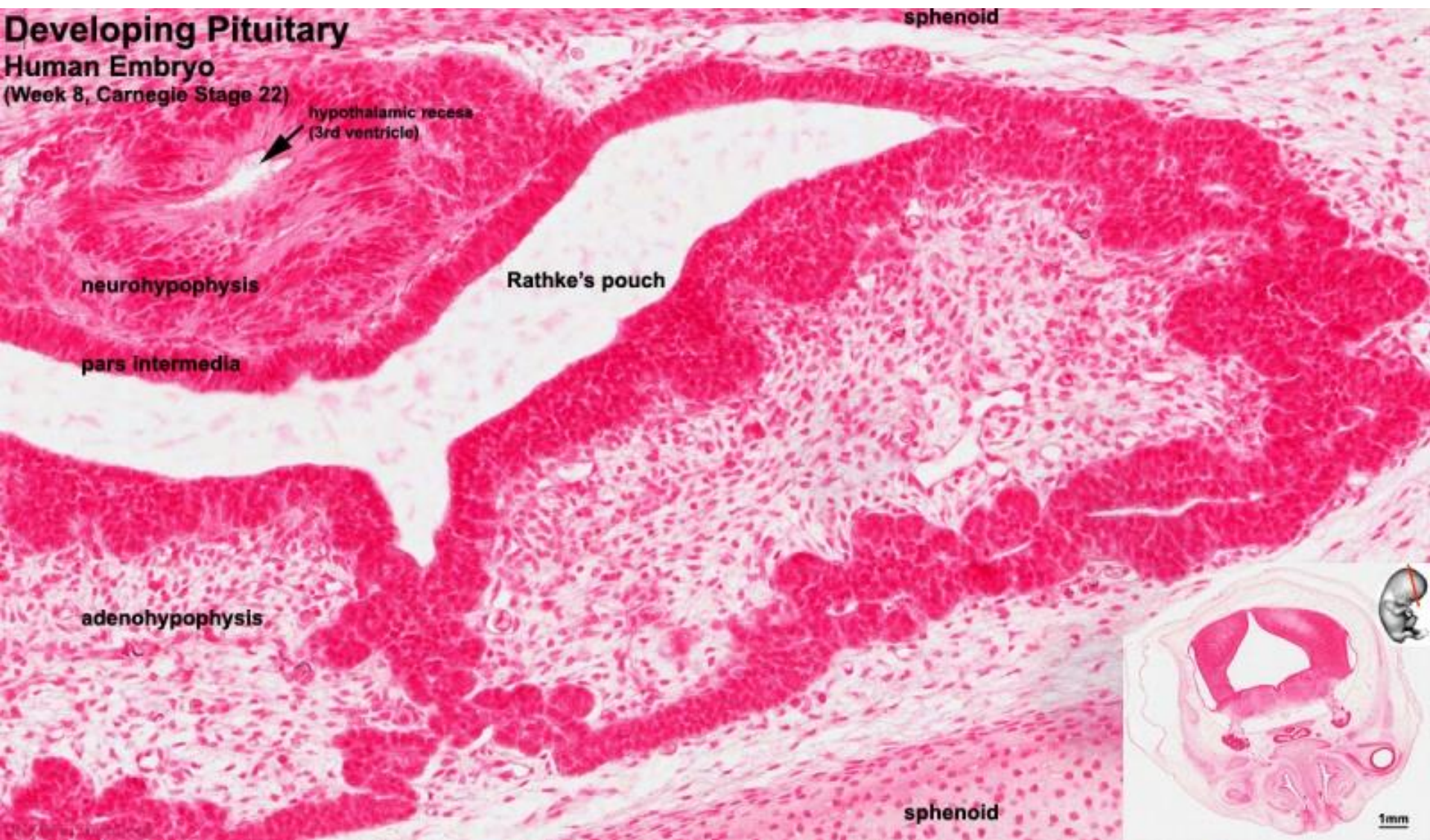
- A = fossa
- B = hypothalamus
- C = eminentia mediana
- D = adenohypofýza



# Developing Pituitary

Human Embryo

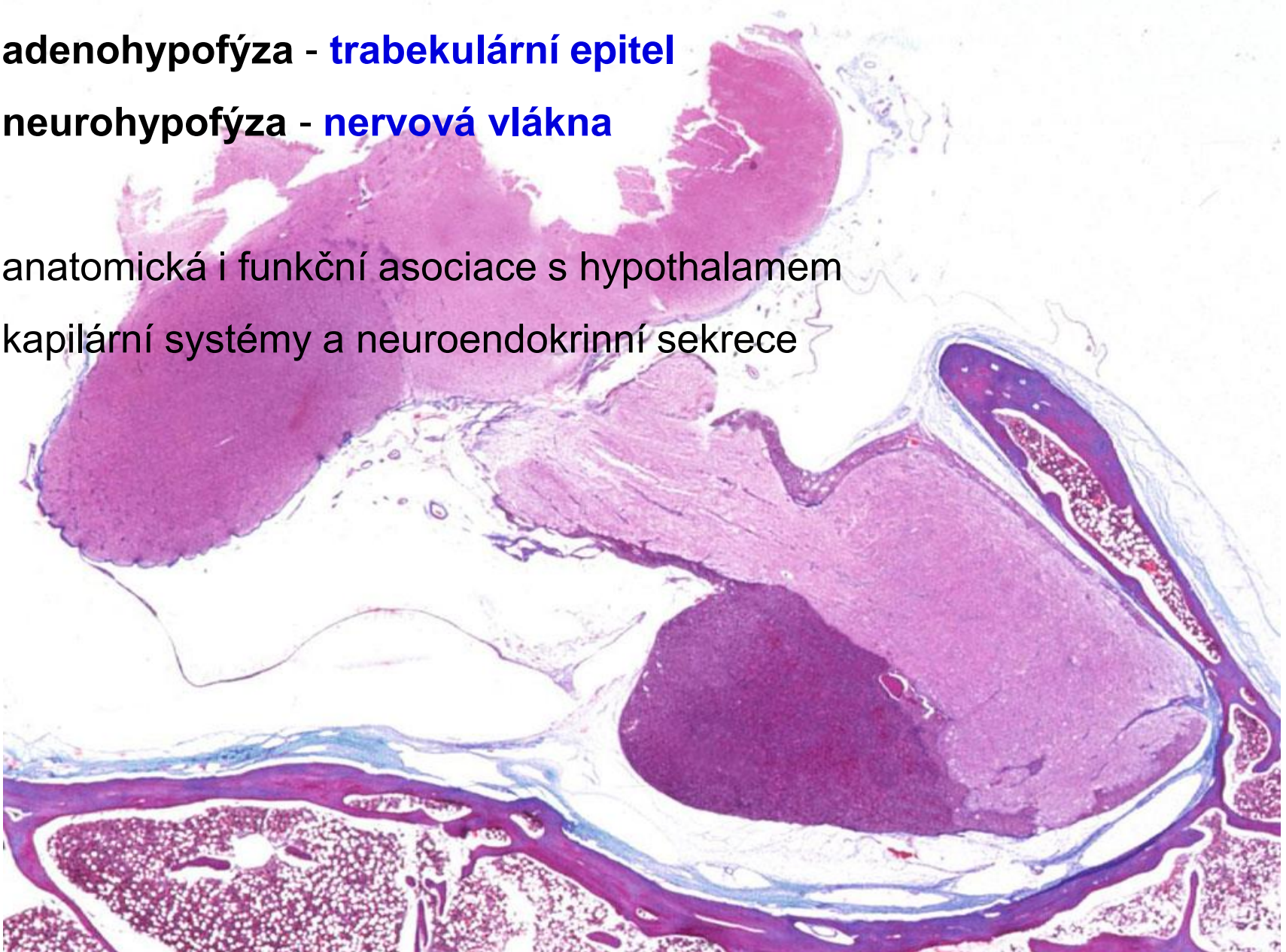
(Week 8, Carnegie Stage 22)





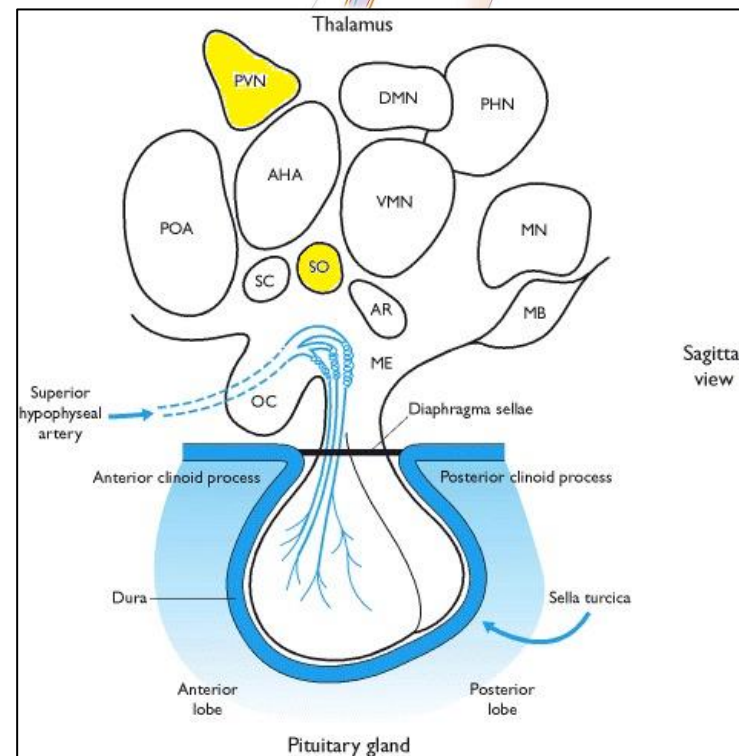
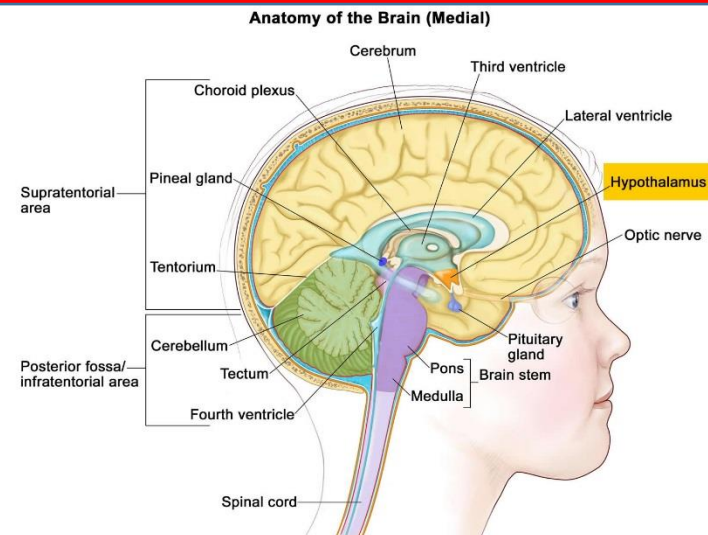
# MIKROSKOPICKÁ STAVBA HYPOFÝZY

- adenohypofýza - **trabekulární epitel**
- neurohypofýza - **nervová vlákna**
- anatomická i funkční asociace s hypothalamem
- kapilární systémy a neuroendokrinní sekrece



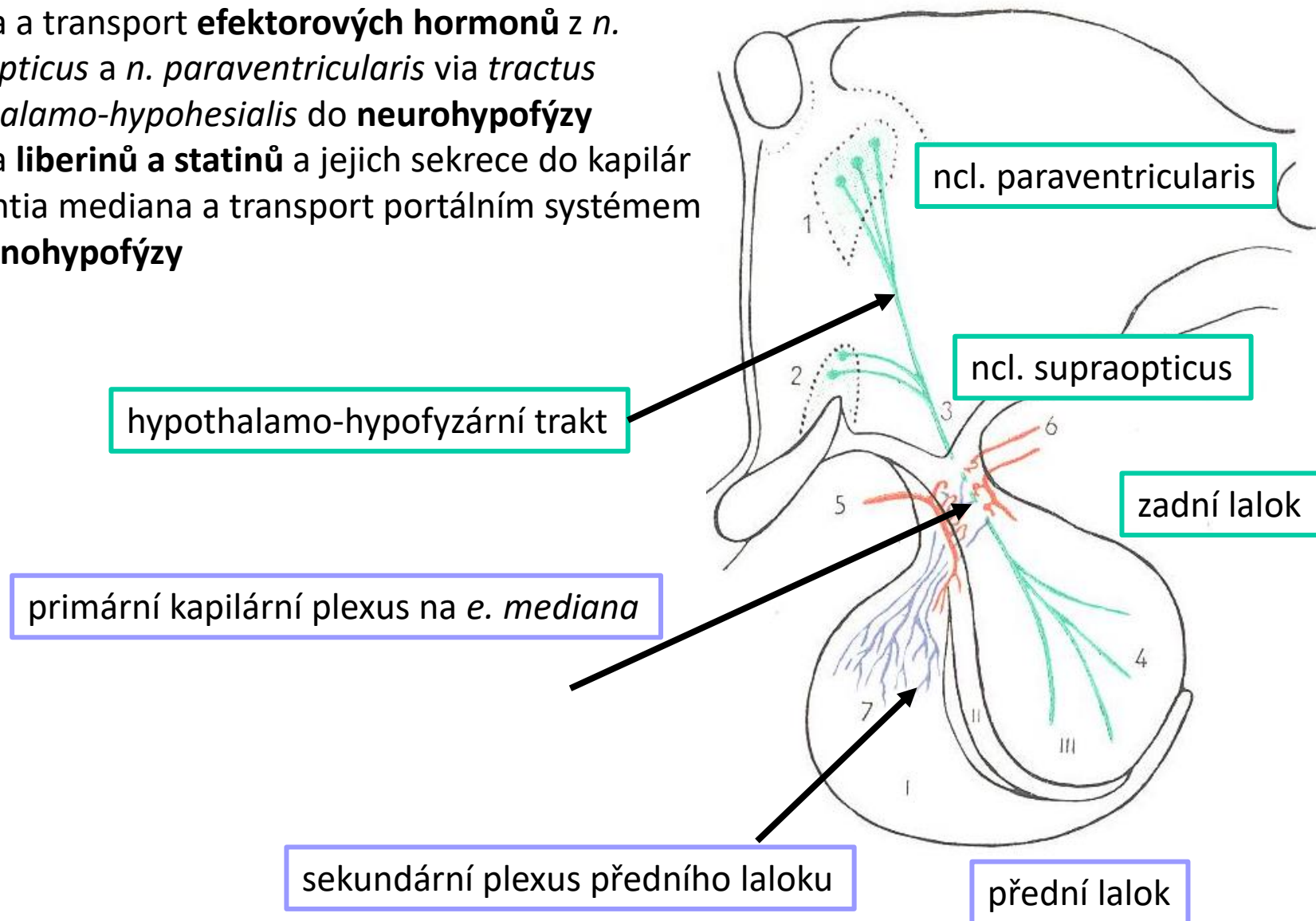
# HYPOTHALAMUS

- malá oblast diencephala se složitou neuroarchitekturou, limbický systém
- komplexní funkce
  - regulace teploty, emocí, příjmu potravy, cirkadiánních rytmů
  - hormonální regulace na základě různých podnětů (osmorecepce, koncentrace živin, elektrolytů, systémové funkce - bolest)
- **neurosekrece z hypothalamických jader**
  - *n. supraopticus, n. paraventricularis*: magnocelulární neurony → *tractus hypothalamo-hypophysialis*
  - hormony **oxytocin, vasopresin** vylučované neurohypofýzou
  - parvocelulární neurony → *kapiláry eminentia mediana*: hypofyzární portální systém
  - hormony **statiny a liberiny** řídící sekreci z adenohypofýzy



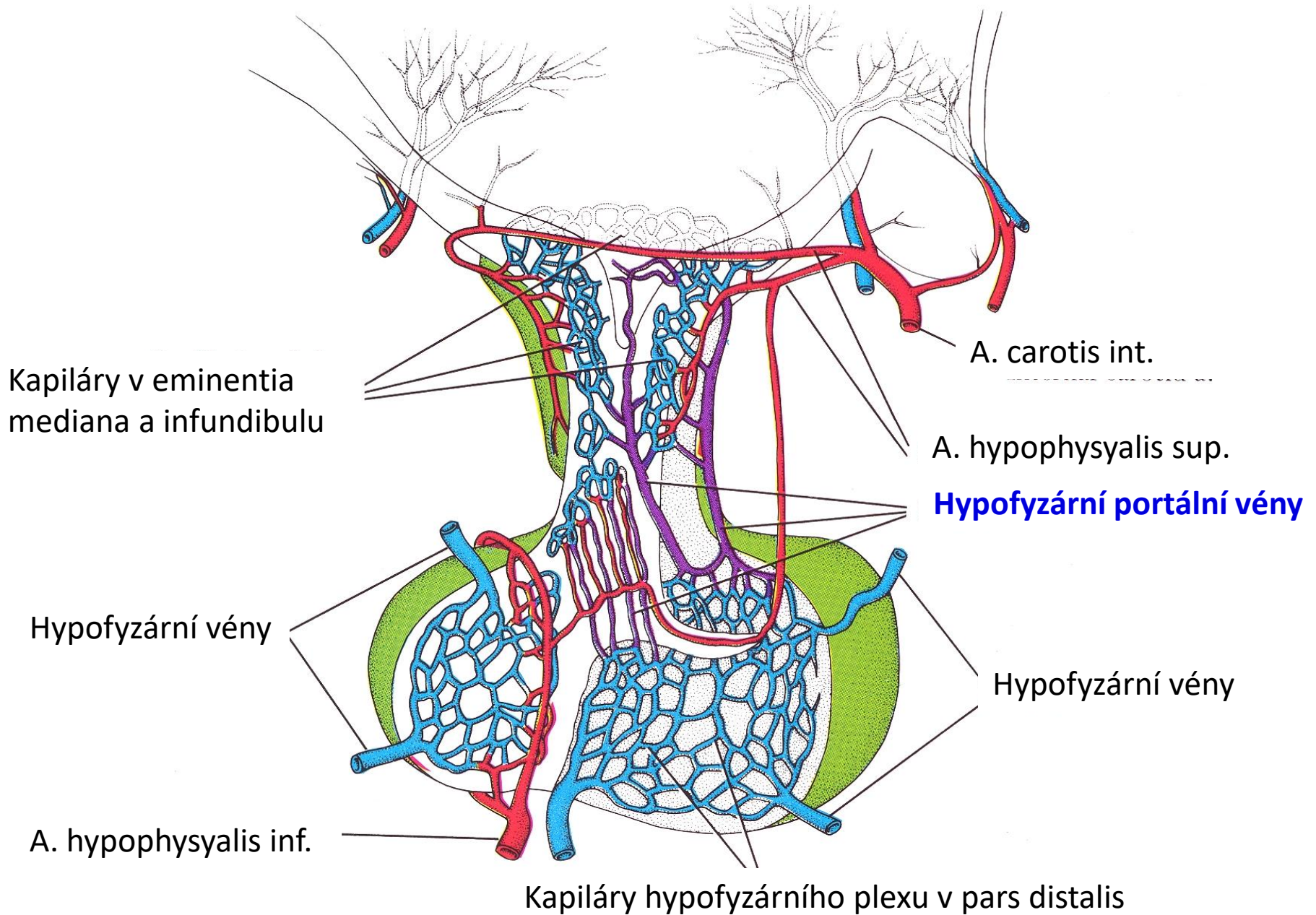
# MECHANISMUS NEUROSEKRECE

- syntéza a transport **efektorových hormonů** z *n. supraopticus* a *n. paraventricularis* via *tractus hypothalamo-hypohesialis* do **neurohypofýzy**
- syntéza **liberinů a statinů** a jejich sekrece do kapilár eminentia mediana a transport portálním systémem do **adenohypofýzy**



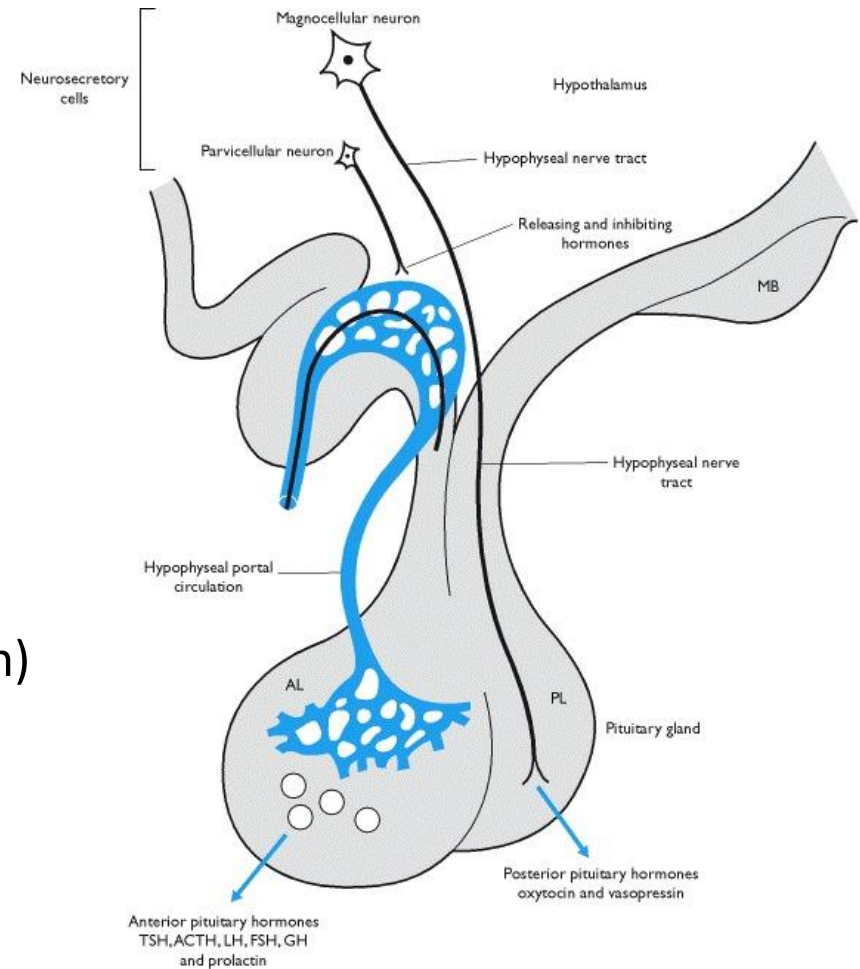


# KAPILÁRNÍ SYSTÉMY HYPOFÝZY

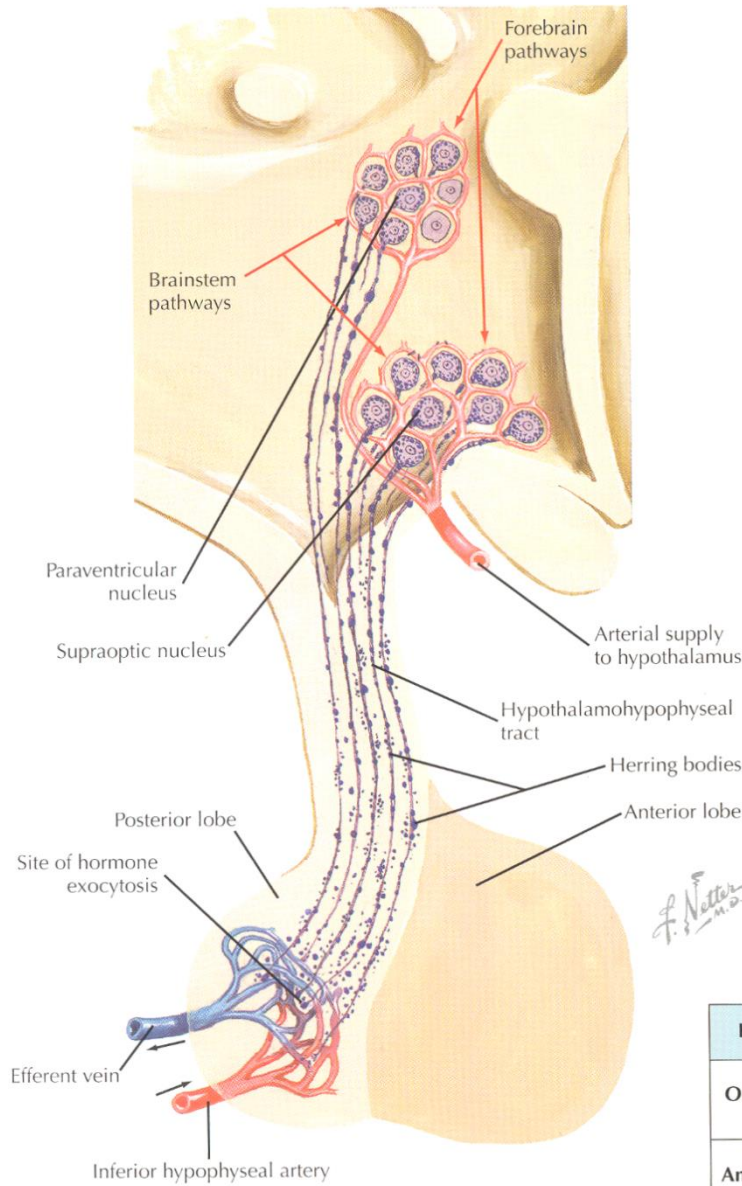


# NEUROHYPOFÝZA

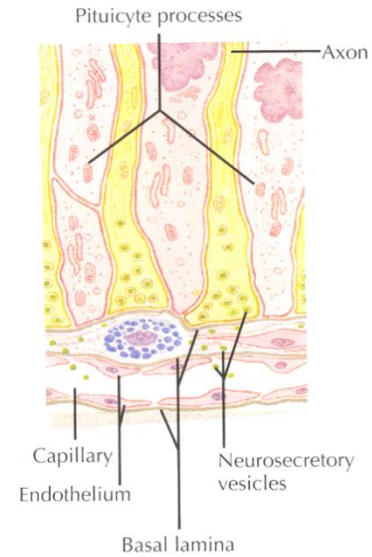
- **nemyelinizovaná nervová vlákna**
  - axony neurosekrečních buněk (100 000) hypotalamických jader (*n. supraopticus* a *n. paraventricularis*)
- **pituicyty** (neuroglie)
  - astrocyty, sekrece z neurosekrečních terminí - lokální kontrola
  - **Herringova tělíska** – neurosekreční zakončení – dilatace poblíž kapilár
- **hormony**
  - oxytocin (OT)
  - antidiuretický hormon (ADH, vasopresin)



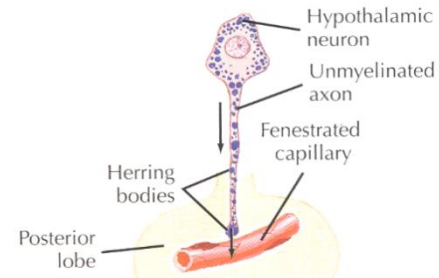
# NEUROHYPOFÝZA



## ▼ Neurosecretory Ending (posterior pituitary).



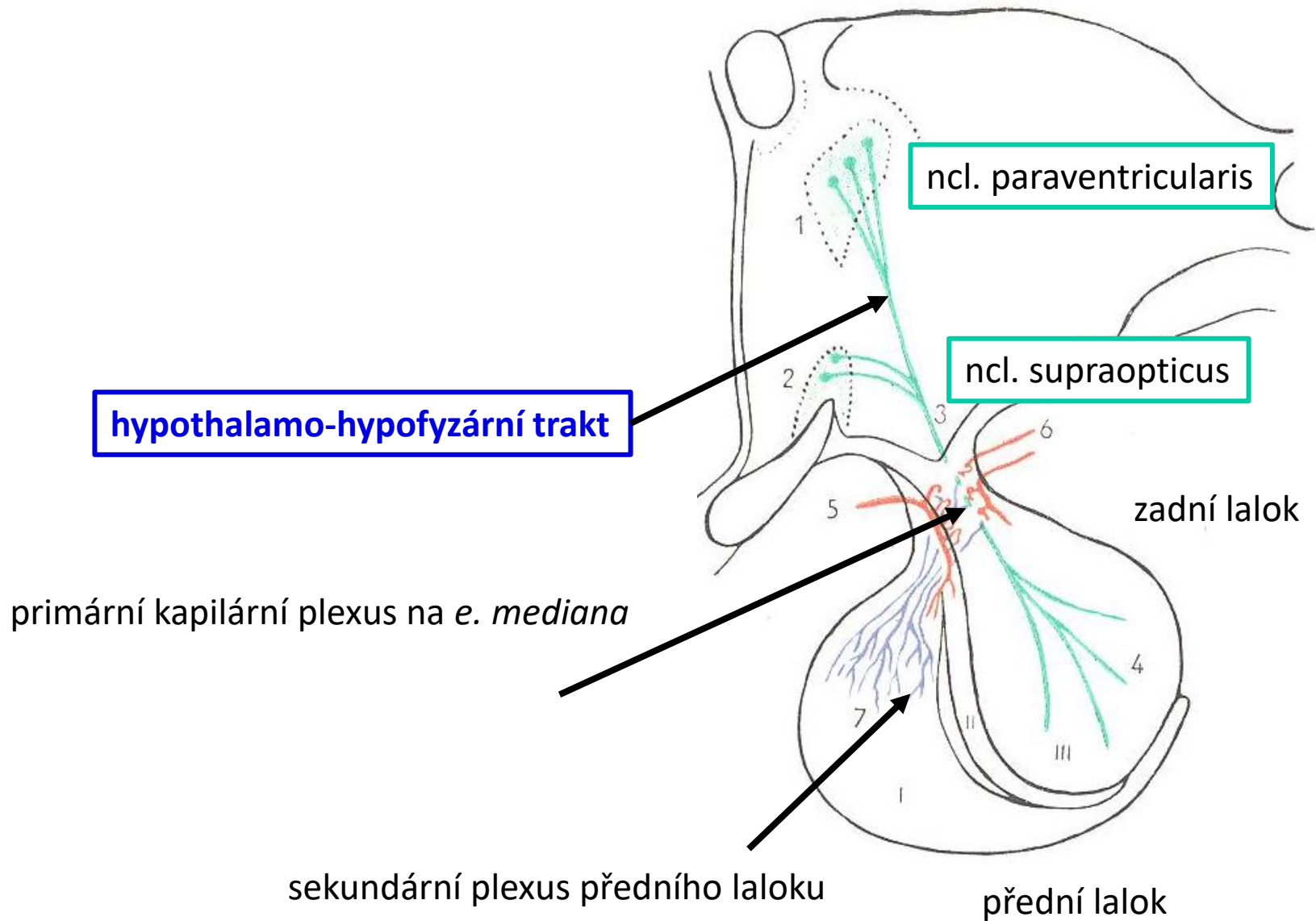
## ▼ Origin of ADH.



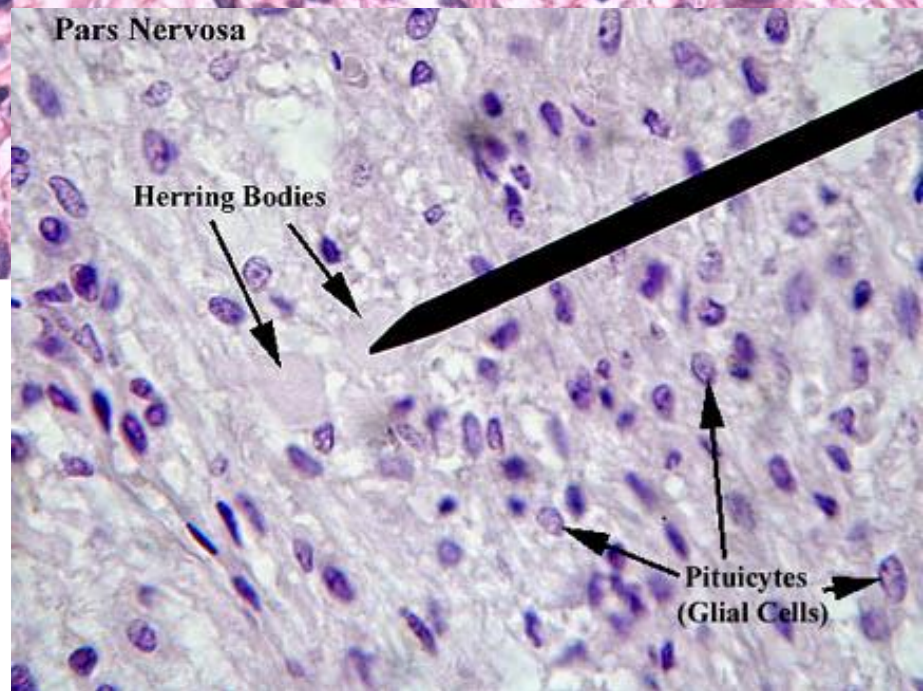
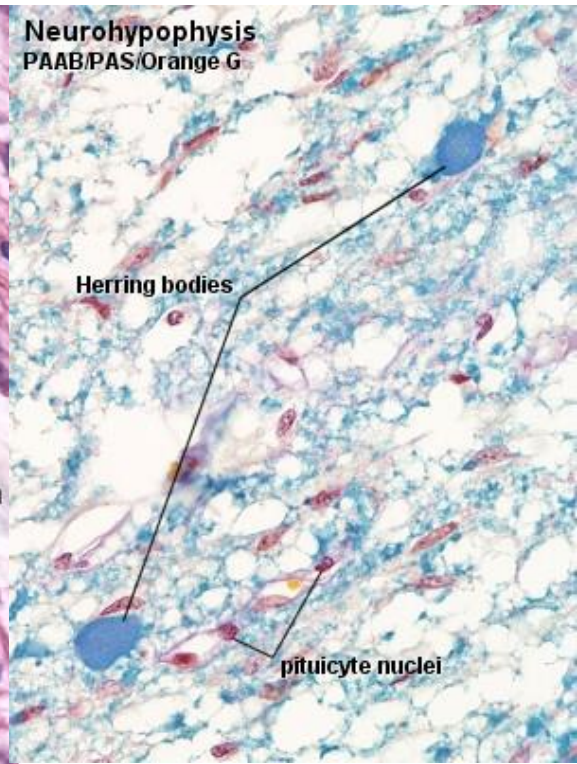
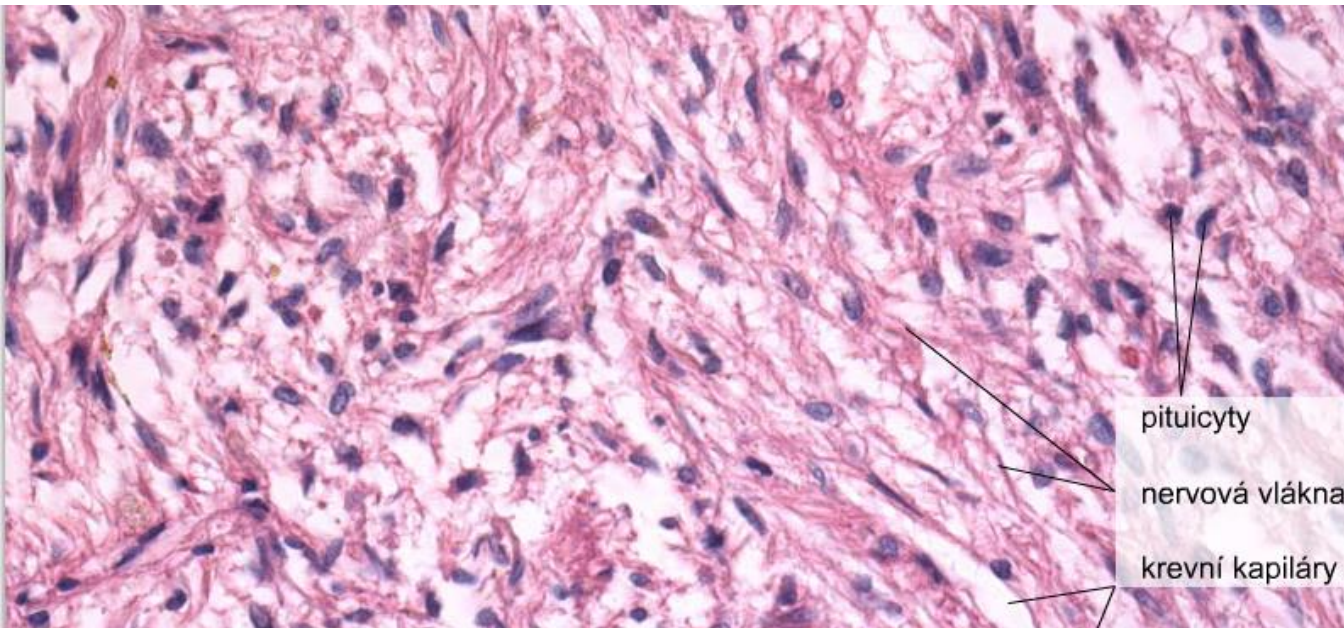
Hormone	Principal Action	Principal Nucleus of Origin
<b>Oxytocin (OXY)</b>	Uterine contraction, milk ejection	Paraventricular
<b>Anti-diuretic hormone (ADH)</b>	Water excretion in kidney, arteriolar constriction	Supraoptic



# NEUROHYPOFÝZA



# NEUROHYPOFÝZA



pituicyty  
nervová vlákna  
krevní kapilára

20 µm

Herring bodies

pituicyte nuclei

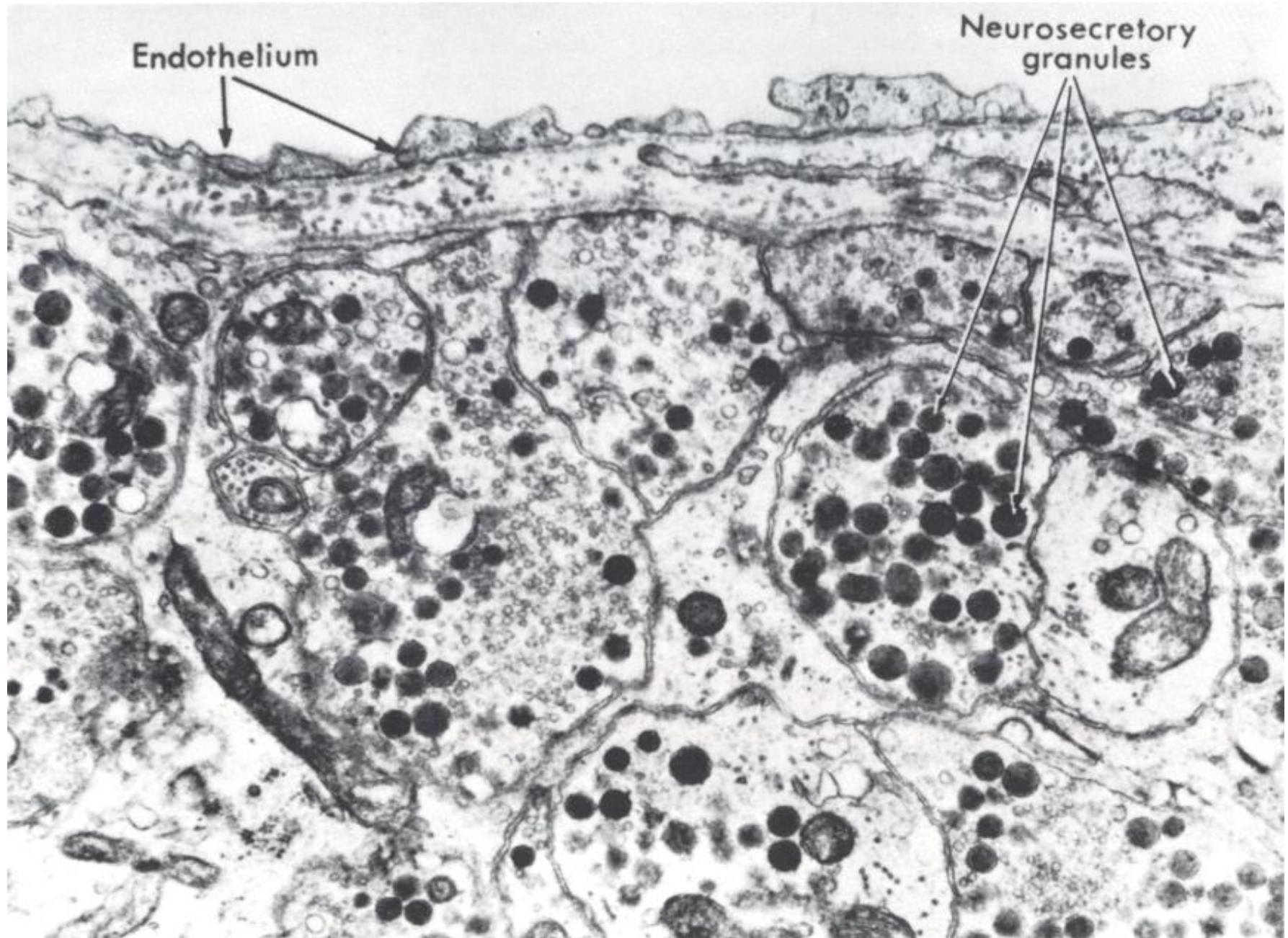
Pars Nervosa

Herring Bodies

Pituicytes  
(Glial Cells)

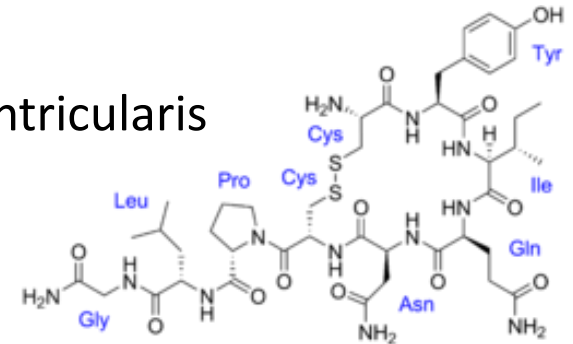


# NEUROHYPOFÝZA – HERRINGOVA TĚLÍSKA



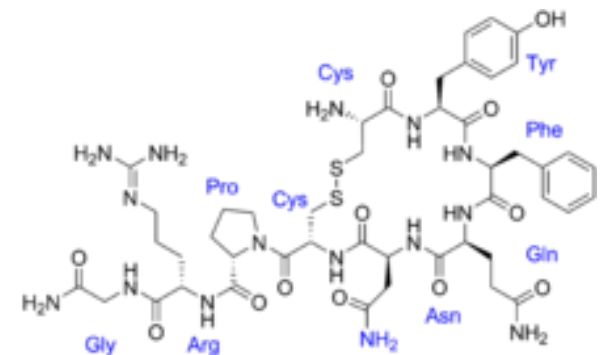
# Oxytocin

- nonapeptid
- magnocellulární neurony n. supraopticus a paraventricularis
- OR - G-protein coupled receptor
- laktace (→ myoepitelie mléčné žlázy)
- kontrakce myometria
- behaviorální účinek

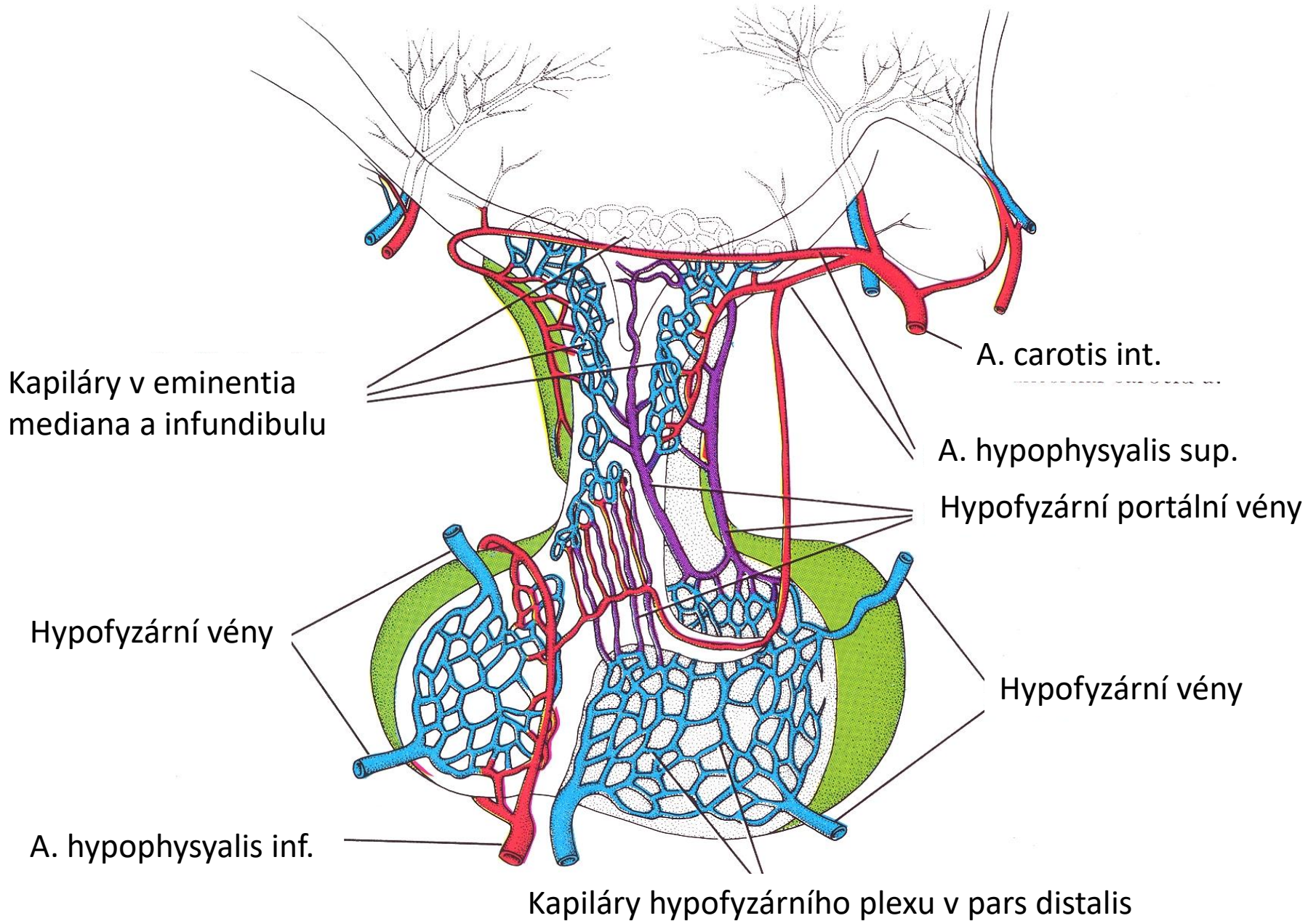


# ADH - vasopressin

- nonapeptid
- retence vody
- epitelie *t. reuniens* a *d. colligens*
- kontrakce svaloviny t.media cév
- diabetes insipidus, hypernatremia, polyuremia



# ADENOHYPOFÝZA





## Chromofilní buňky

- Acidofilní

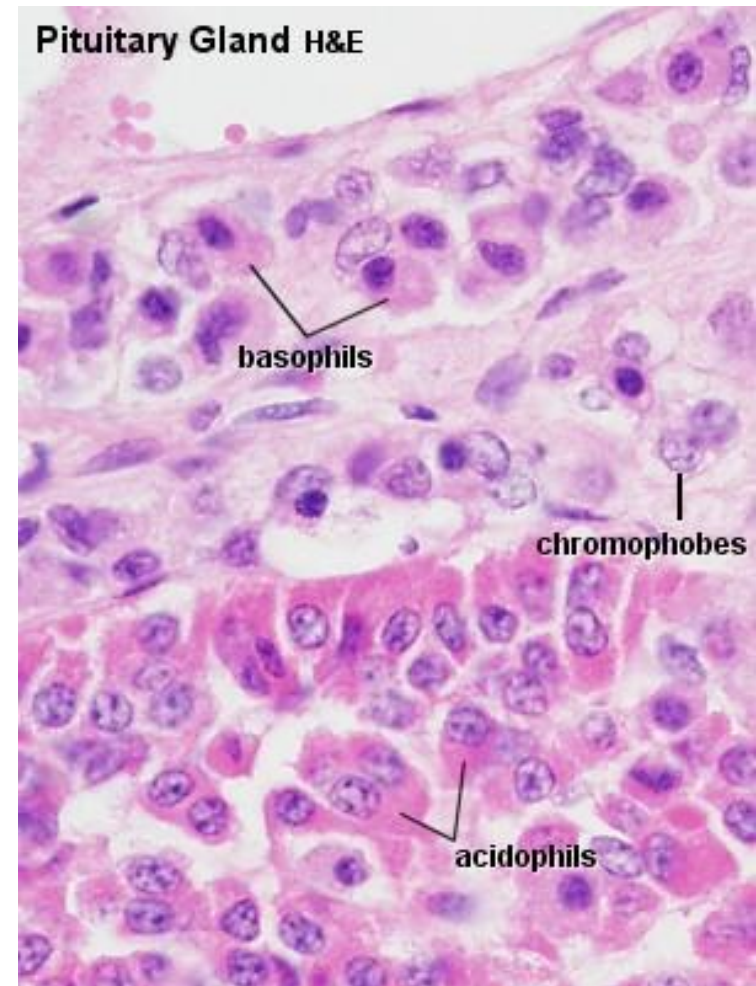
## NEGLANDOTROPNÍ

- přímý účinek na cílové tkáně

- Bazofilní

## GLANDOTROPNÍ

- regulace ostatních endokrinních žláz



## Chromofobní buňky

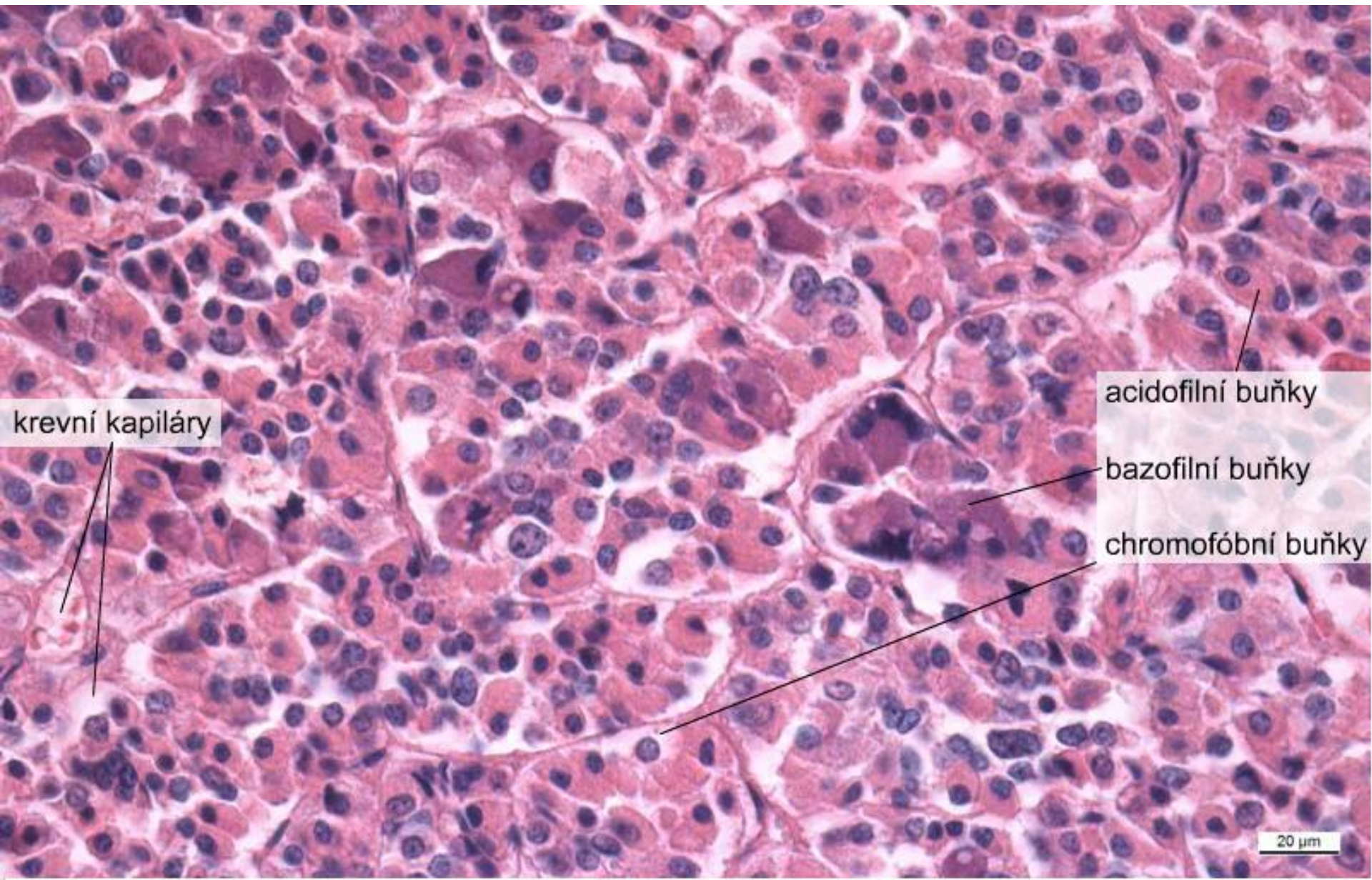
- nediferencované b.
- degranulované chromofilní b.
- stromální b.

## Folikulostromální buňky

- nejasná funkce
- produkce cytokinů
- možná charakter kmenových buněk



# ADENOHYPOFÝZA



krevní kapiláry

acidofilní buňky

bazofilní buňky

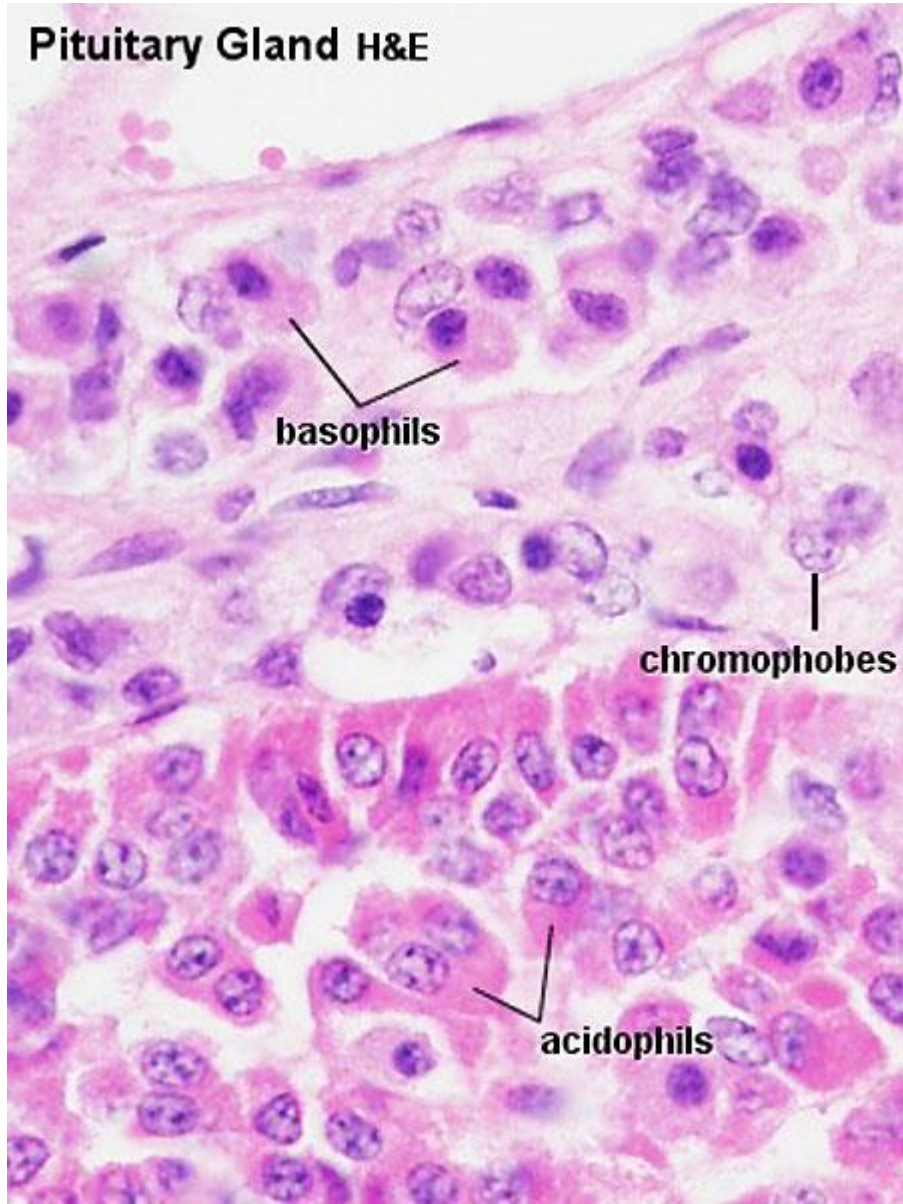
chromofóbní buňky

20 μm

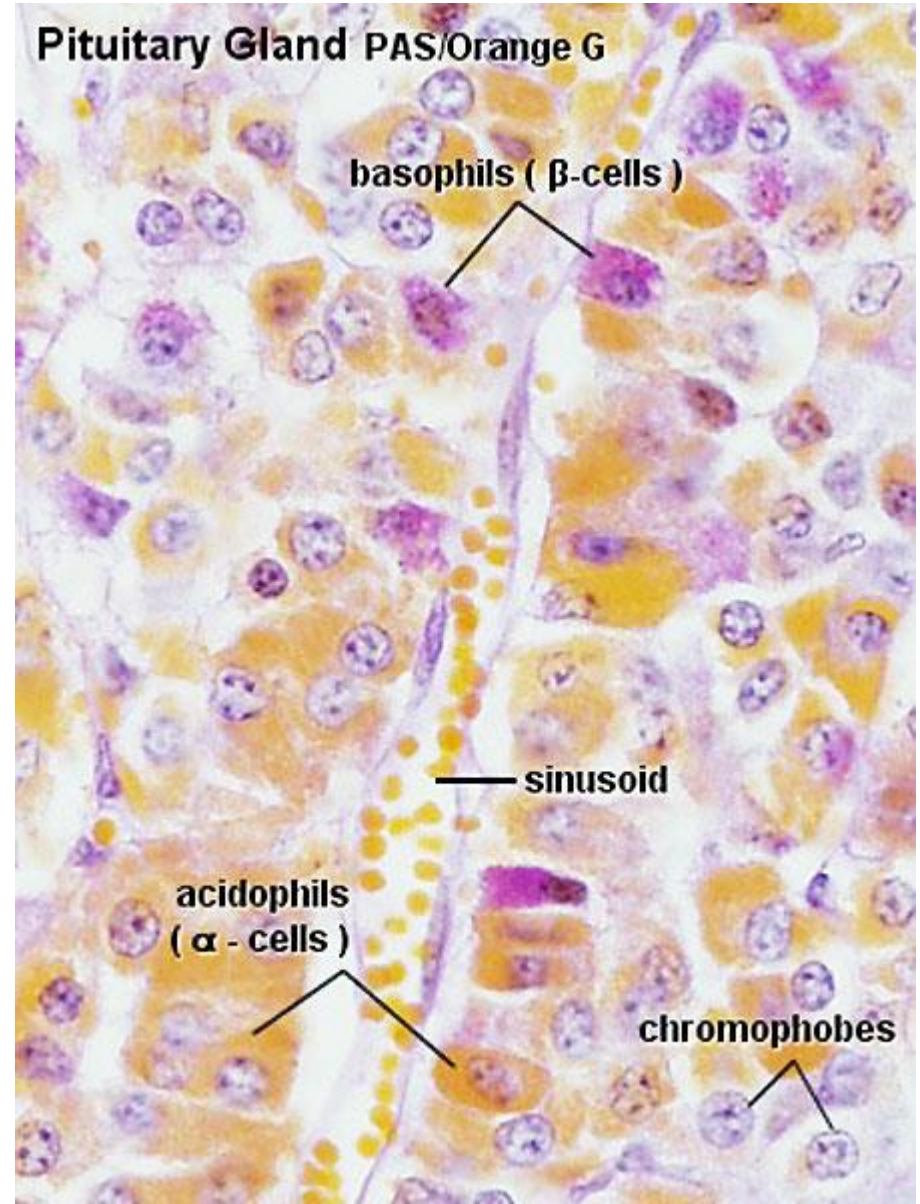


# ADENOHYPOFÝZA

Pituitary Gland H&E

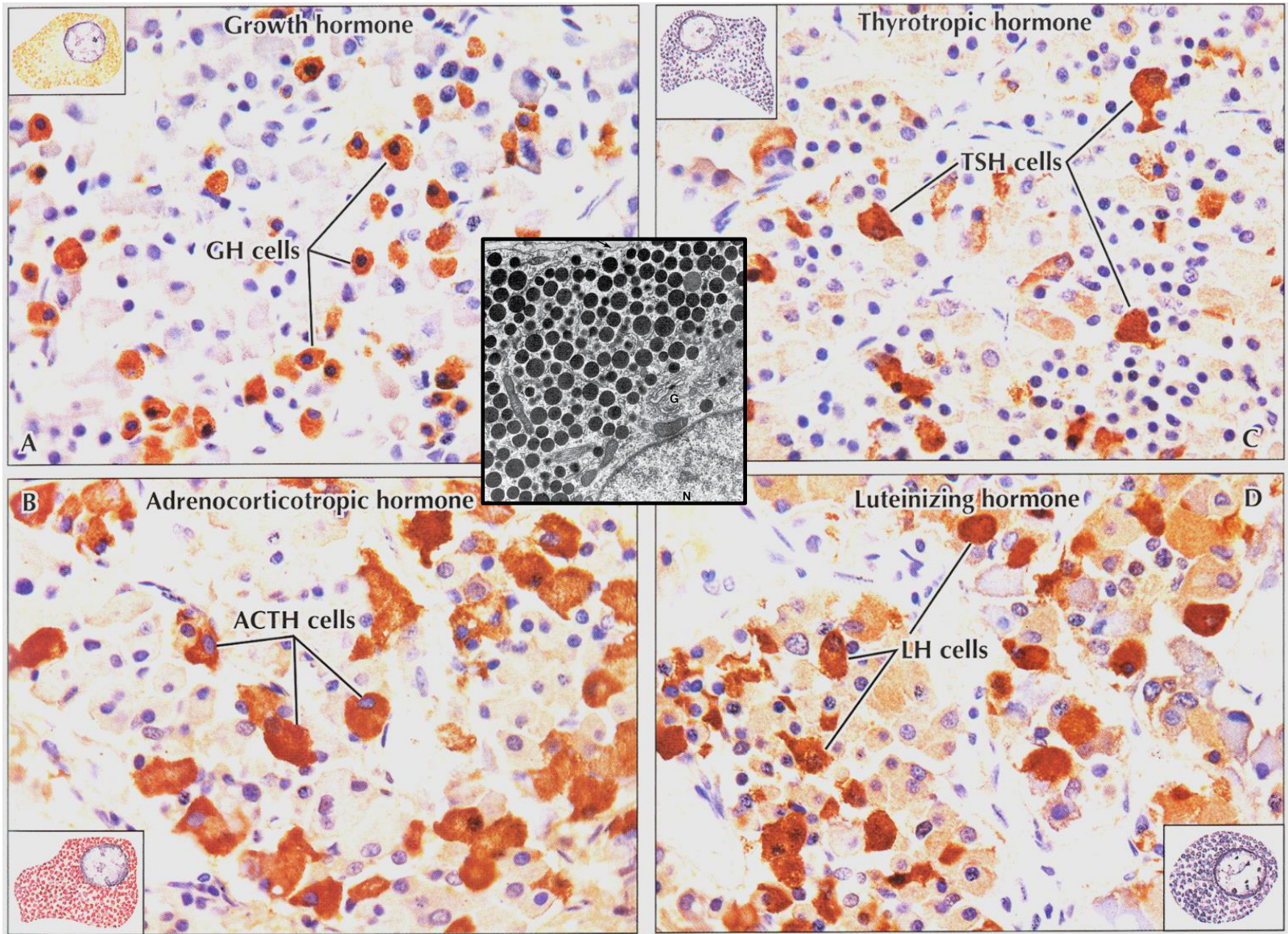


Pituitary Gland PAS/Orange G





# ADENOHYPOFÝZA





## REGULACE HORMONY HYPOTHALAMU

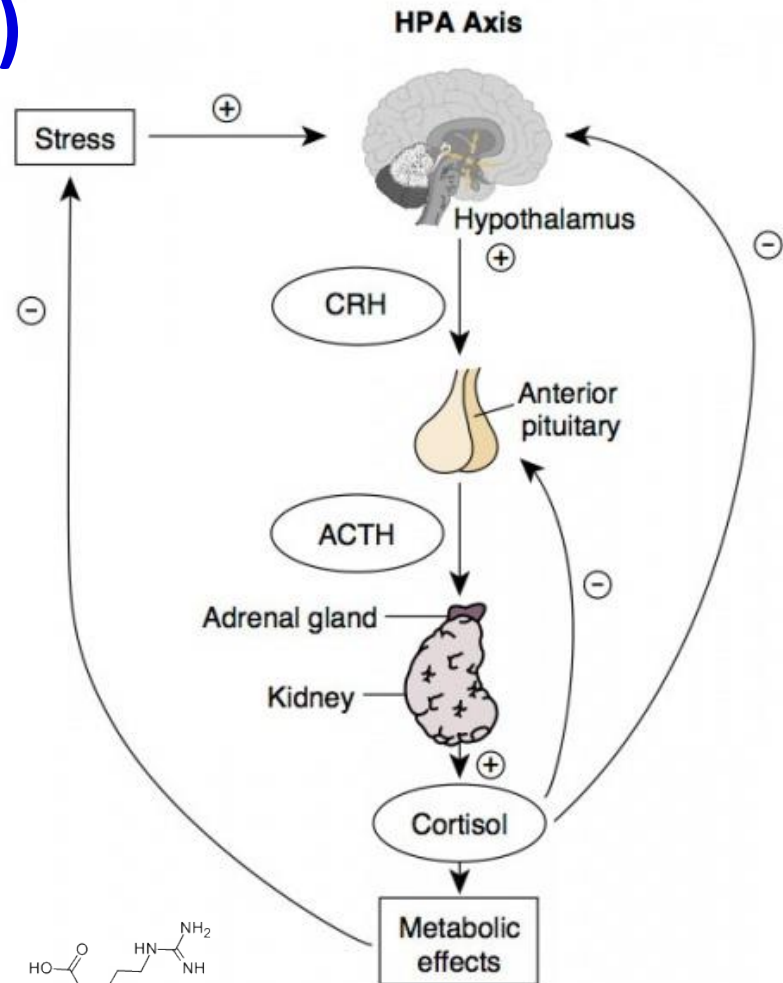
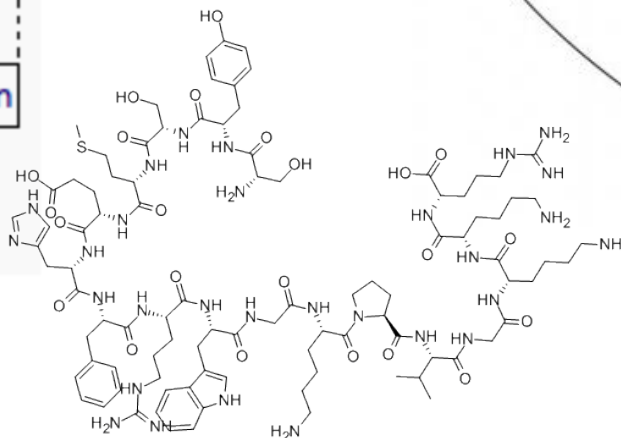
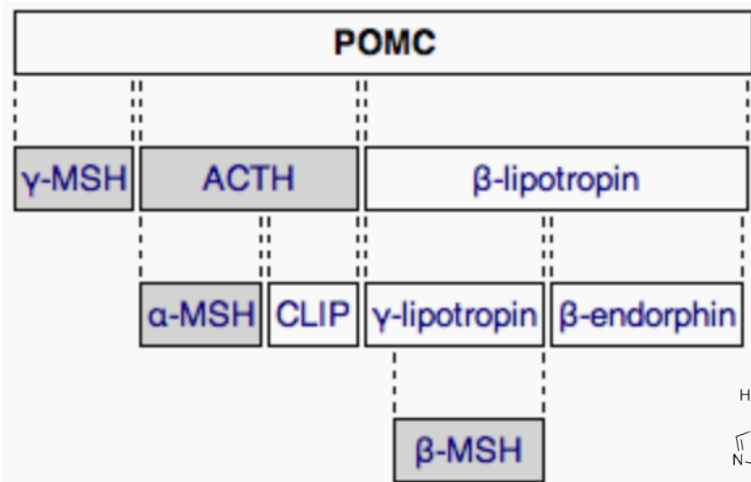
- gonadoliberin → FSH a LH
- kortikoliberin → kortikotropin
- thyreoliberin → thyreotropin
- *prolactin releasing hormone (?)* → *prolaktin*
- somatoliberin → somatotropin
- follistatin — FSH a LH
- somatostatin — somatotropin, TSH
- dopamin — prolaktin

## ”FLAT PEG”

- FSH
- LH
- ACTH
- TSH
- Prolaktin
- Endorfiny
- Růstový hormon (growth)

## Pro-opio-melanocortin (POMC)

- drsné ER → pre-prohormon různé tkáně
- ACTH (kůra nadledvin → kortisol)
- MSH (melanocyty - zejména parakrinně)
- lipotropin (lipolýza, steroidogenze)
- endorfiny



## FSH (folitropin), LH (lutropin)

- gonadotropní buňky adenohypofýzy v závislosti na GnRH
- glykoprotein, 30kDa
- heterodimer dvou nekovalentně spojených podjednotek (**a/α** - společná pro více hormonů - lh, FSH, TSH, hCG, **b/β** - specifická)
- FSH receptor (testes, ovaria, uterus) asociovaný s G-proteiny
  - glykosylovaná extracelulární doména 11 leucine rich repeats specifická vůči FSH
  - po vazbě ligandu aktivace G-proteinu a cAMP signální dráhy
  - alternativní aktivace MAPK kaskády (ERK)
  - komplexní signální odpověď (prostaglandiny a PLPc, NO)

### FSH

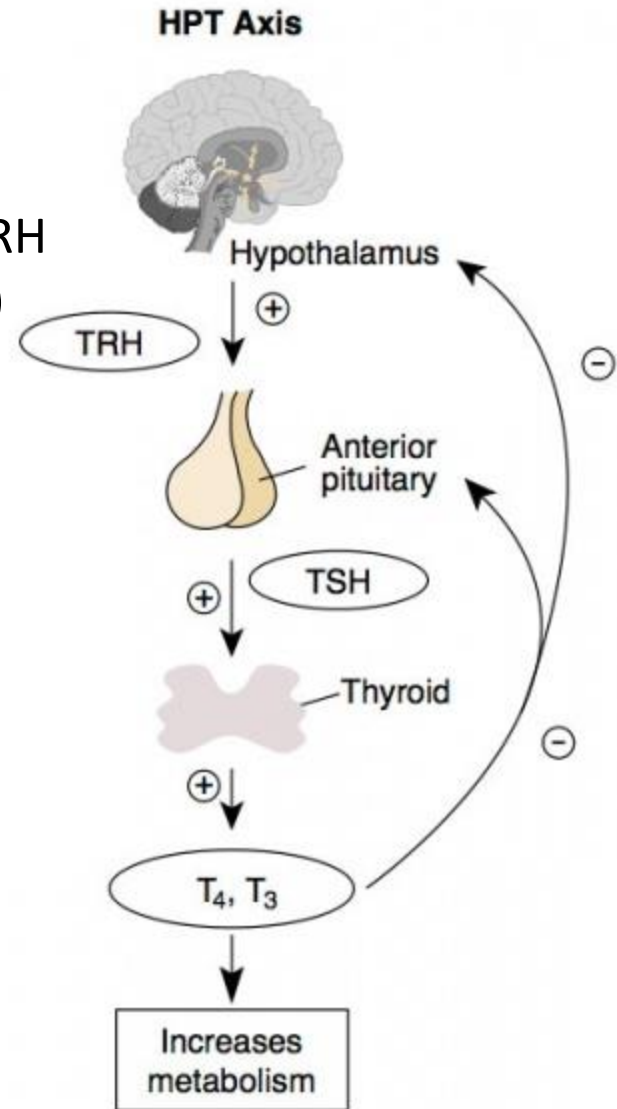
### LH

ovarium	vývoj folikulů (exprese FSHR v buňkách <i>membrana granulosa</i> )	ovulace, vývoj corpus luteum, produkce androgenů v buňkách théky
testes	vývoj spermií, FSHR v Sertoliho buňkách	produkce testosteronu v Leydigových buňkách (LHR)
extragonadální	FSHR v sekrečním endometriu luteální fáze uteru (endometriální funkce, embryo-endometriální interakce)	uterus, seminální váčky, prostata, kůže... neznámá funkce



## TSH, thyrotropin

- thyrotropní buňky adenohipofýzy v závislosti na TRH
- indukuje produkci T<sub>4</sub> (thyroxin) a T<sub>3</sub> (trijodtyronin)
- glykoprotein, 28,5 kDa, heterodimer nekovalentně spojených podjednotek (α, β)
- TSH receptor na thyroideálních folikulárních buňkách
  - G-proteinová signální kaskáda → adenylylcykláza
  - cAMP → jodové kanály (pendrin), transkripce thyreoglobulinu, endo- a exocytická dráha
- krosreaktivita s hCG → v těhotenství alterace syntézy thyroideálních hormonů (gestační hyperthyroidismus)



## GH, somatotropin, růstový hormon

- somatotropní buňky adenohypofýzy v závislosti na GHRH (somatokrinin)
- několik molekulárních isoform (alternativní sestřih), ~20-24 kDa
- široké spektrum cílových buněčných typů i fyziologických dějů
  - transkripce DNA, translace RNA, proteosyntéza
  - využití tuků (mobilizace mastných kyselin, konverze na acetyl-CoA)
  - inhibice přímého využití glukózy, stimulace glukoneogeneze
  - transport aminokyselin
  - proteosyntéza v chondrocytech a osteoblastech, proliferace, osteogeneze
- GHR v různých tkáních
  - RTK, JAK-STAT
- somatomediny
  - malé proteiny (MW 7,5 kDa) typu IGF, produkované játry
- rozmanité projevy deregulace GH

# ADENOHYPOFÝZA – DALŠÍ HORMONY A CYTOKINY

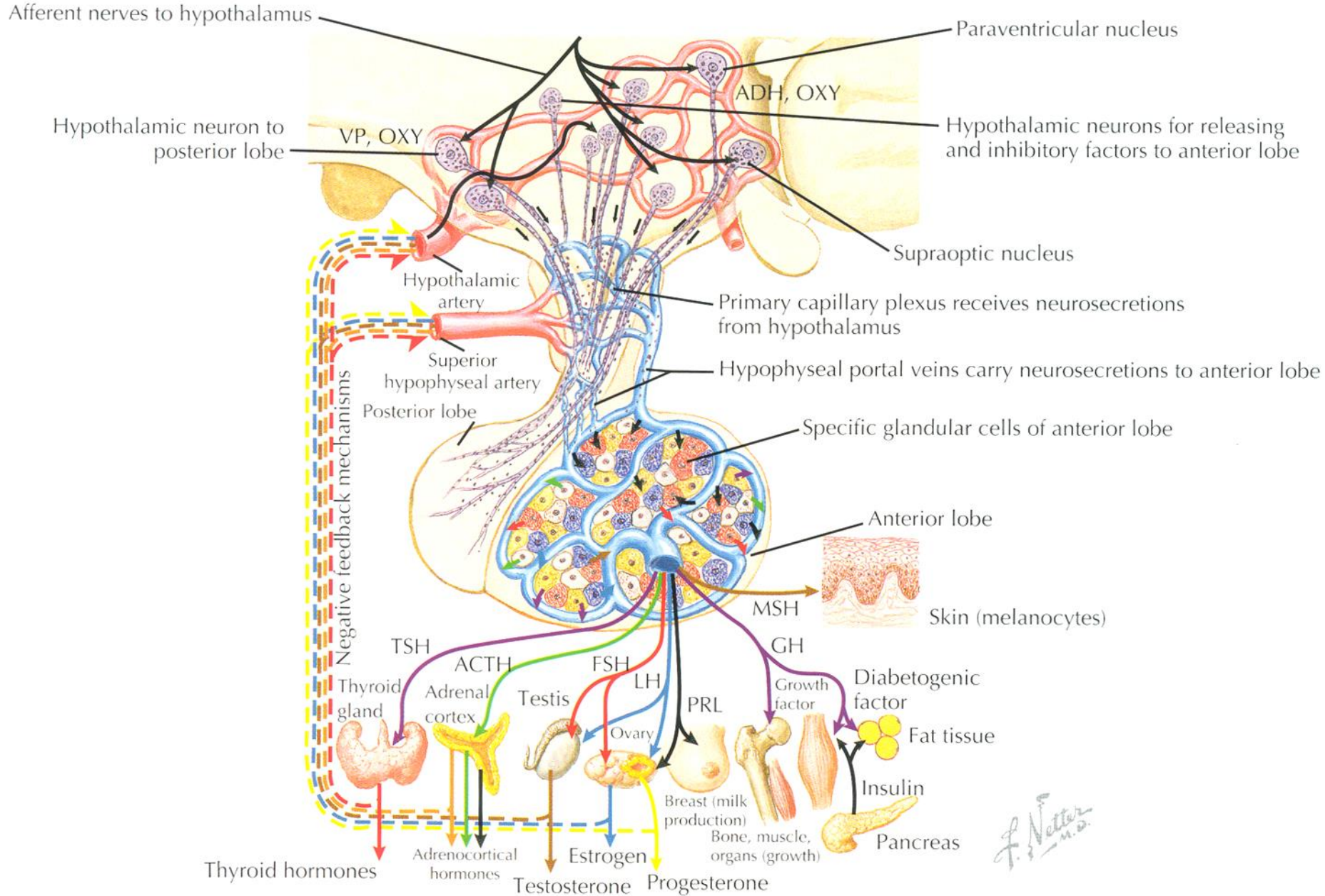
**Table 2. Nonclassical Anterior Pituitary Substances and Cell(s) of Origin**

<i>Substances</i>	<i>Cell Types</i>
<b>PEPTIDES</b>	
ACTIVIN B, INHIBIN, FOLLISTATIN	F,G
ALDOSTERONE STIMULATING FACTOR	UN
ANGIOTENSIN II (ANGIOTENSINOGEN, ANGIOTENSIN I CONVERTING ENZYME, CATHEPSIN B, RENIN)	C,G,L,S
ATRIAL NATURETIC PEPTIDE	G
CORTICOTROPIN-RELEASING HORMONE-BINDING PROTEIN	C
DYNORPHIN	G
GALANIN	L,S,T
GAWK (CHROMOGRANIN B)	G
GROWTH HORMONE RELEASING HORMONE	UN
HISTIDYL PROLINE DIKETOPIPERAZINE	UN
MOTILIN	S
NEUROMEDIN B	T
NEUROMEDIN U	C
NEUROPEPTIDE Y	T
NEUROTENSIN	UN
PROTEIN 7B2	G,T
SOMATOSTATIN 28	UN
SUBSTANCE P (SUBSTANCE K)	G,L,T
THYROTROPIN RELEASING HORMONE	G,L,S,T
VASOACTIVE INTESTINAL POLTPEPTIDE	G,L,T
<b>GROWTH FACTORS</b>	
BASIC FIBROBLAST GROWTH FACTOR	C,F
CHONDROCYTE GROWTH FACTOR	UN
EPIDERMAL GROWTH FACTOR	G,T
INSULIN-LIKE GROWTH FACTOR I	S,F
NERVE GROWTH FACTOR	UN
PITUITARY CYTOTROPIC FACTOR	UN
TRANSFORMING GROWTH FACTOR ALPHA	L,S,G
VASCULAR ENDOTHELIAL GROWTH FACTOR	F
<b>CYTOKINES</b>	
INTERLEUKIN-1 BETA	T
INTERLEUKIN-6	F
LEUKEMIA INHIBITORY FACTOR	C,F
<b>NEUROTRANSMITTERS</b>	
ACETYLCHOLINE	C,L
NITRIC OXIDE	F

C = corticotroph, F = folliculostellate cell, G = gonadotroph, L = lactotroph, S = somatotroph, T = thyrotroph, UN = unknown



# ADENOHYPOFÝZA – HORMONY



*F. Netter M.D.*

## Tumory hypofýzy

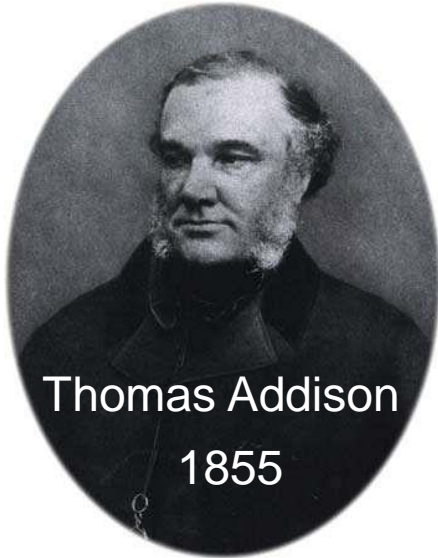
- útlak okolních struktur (optické chiasma)

## Hyperfunkce endokrinní komponenty

- prolaktinom - galactorrhea
- hypogonadismus (poruchy GnRH)
- gigantismus - akromegalie
- nanismus

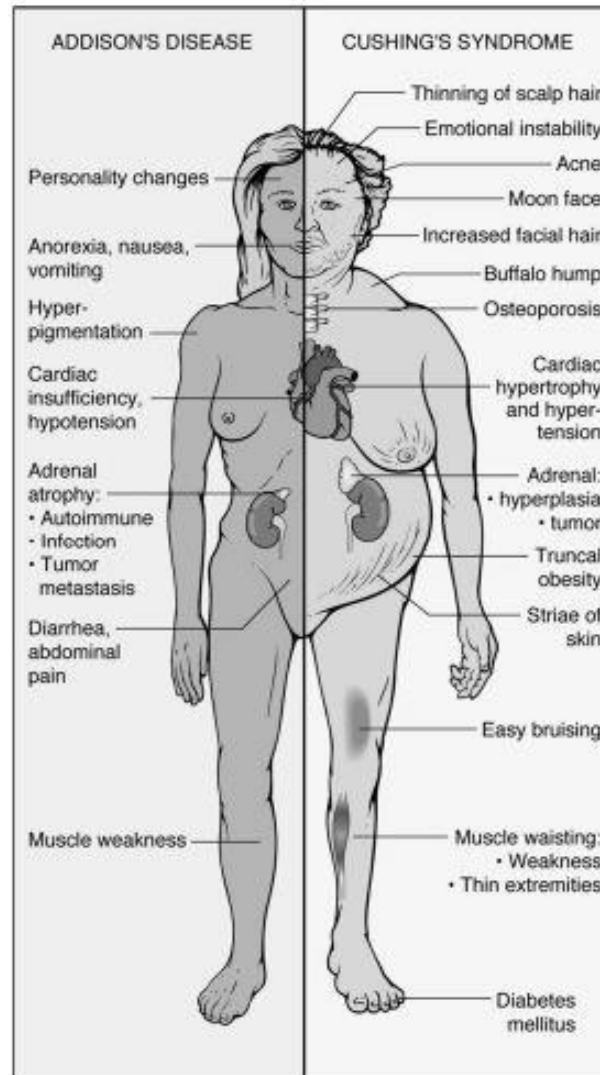
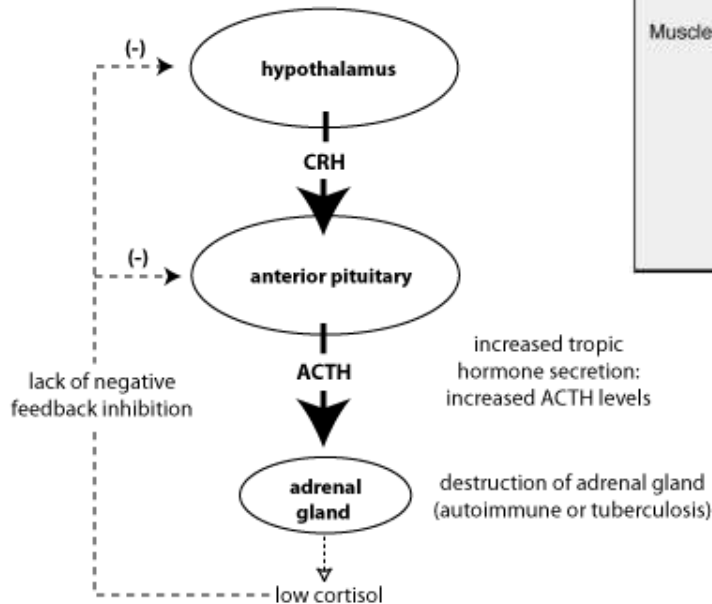


# Hypofunkce kortikotropních buněk

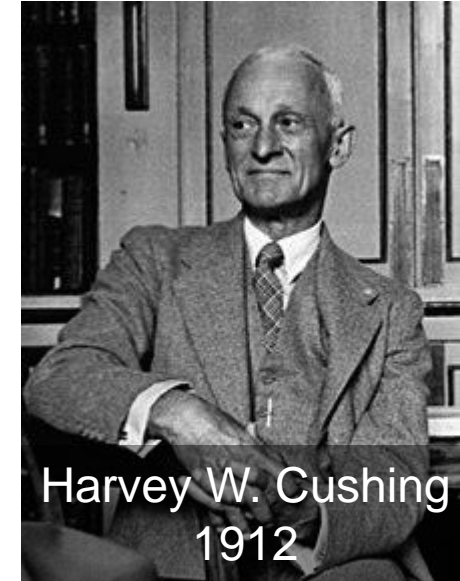


Thomas Addison  
1855

## Addison's Disease

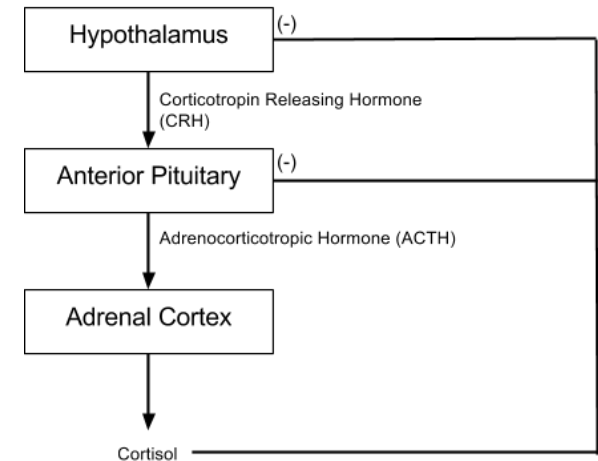


# Hyperfunkce kortikotropních buněk



Harvey W. Cushing  
1912

## Cushing's Syndrome





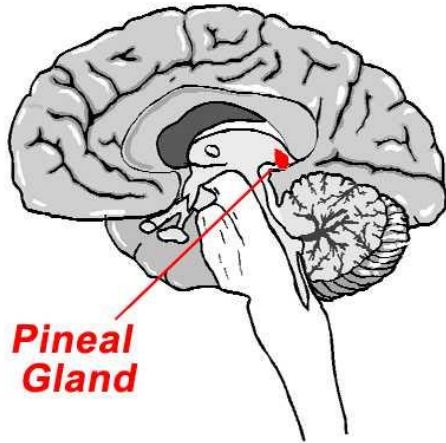
Anatomická stavba		Mikroskopická struktura			Hormony a cílové tkáně				
Přední lalok (adenohypofýza)	pars distalis	horní hypofyzární arterie →	trabekulární epitel v trámčích a clusterech, retikulární vlákna, folikulostelární buňky			nemají zřejmou hormonální aktivitu			
		eminentia mediana →	chromofobní b.	nediferencované b. degranulované chromofilní b. stromální b.					
		primární kapilární plexus, fenestrované kapiláry →	chromofilní b.	acidofilní neglandotropní	mammotropní b.	malé polypeptidy	dopamin (PIH) ⊥ PRF(?) → prolactin	změny mléčné žlázy v graviditě a aktivita v laktaci	
	portální vény →	somatotropní b.			somatostatin (GHIH) ⊥ GHRH → somatotropin (STH)		přímo játra, růstové ploténky různé další tkáně via somatomediny		
	sekundární kapilární plexus, sinusoidní kapiláry	bazofilní glandotropní		kortikotropní b.	glykoproteiny		CRH → ACTH, MSH	kortex nadledvin → kortisol melanocyty	
	pars tuberalis		thyrotropní b.	TRH → TSH		štítná žláza → thyroxin, T3			
			pars intermedia	gonadotropní b.		GnRH → FSH (ICSH), LH	gonády → androgeny, estrogeny, progesteron		
	Zadní lalok (neurohypofýza)	infundibulum	dolní hypofyzární arterie →	nemyelinizované axony hypothalamických neuronů n. supraopticus, n. paraventricularis (tractus hypothalamo-hypophysialis), <b>pituicyty</b>			malé peptidy	ADH	tubulus reuniens, ductus colligens t.media cév
		pars nervosa	kapilární plexus, fenestrované kapiláry					oxytocin	myometrium uteru během gravidity myoepithelium mléčné žlázy v laktaci

# Anolis rudokrký

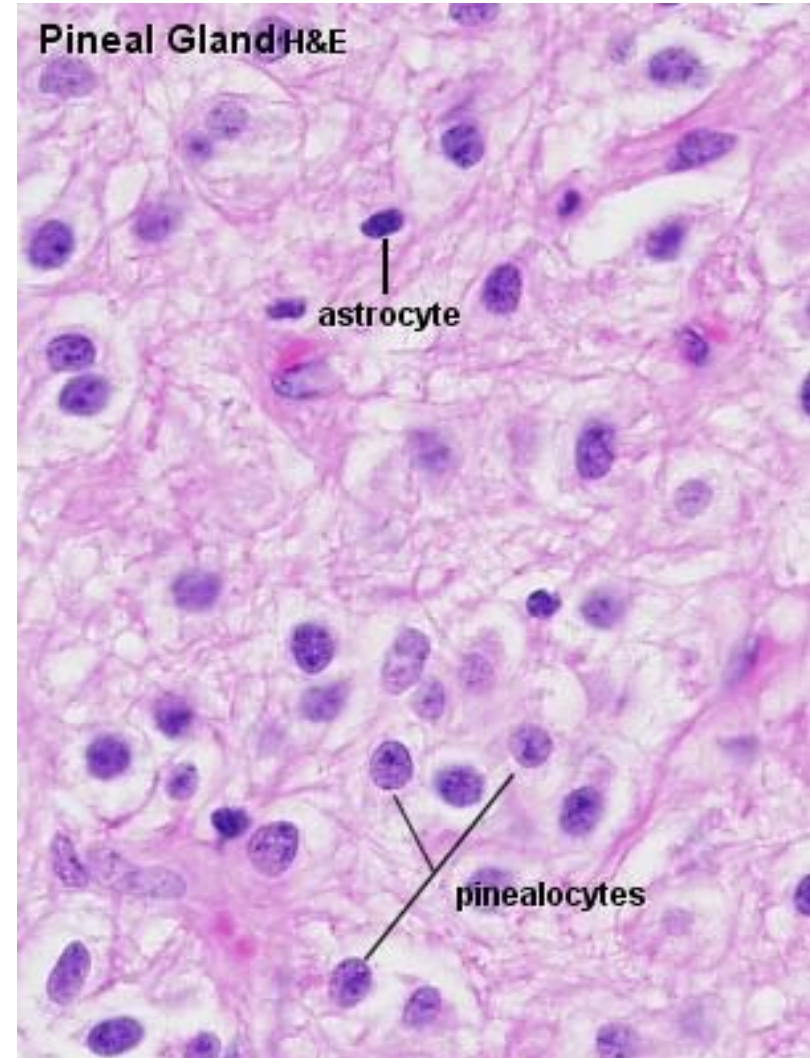


**Parietální oko  
→ epifýza**

# EPIFÝZA (C. PINEALE)

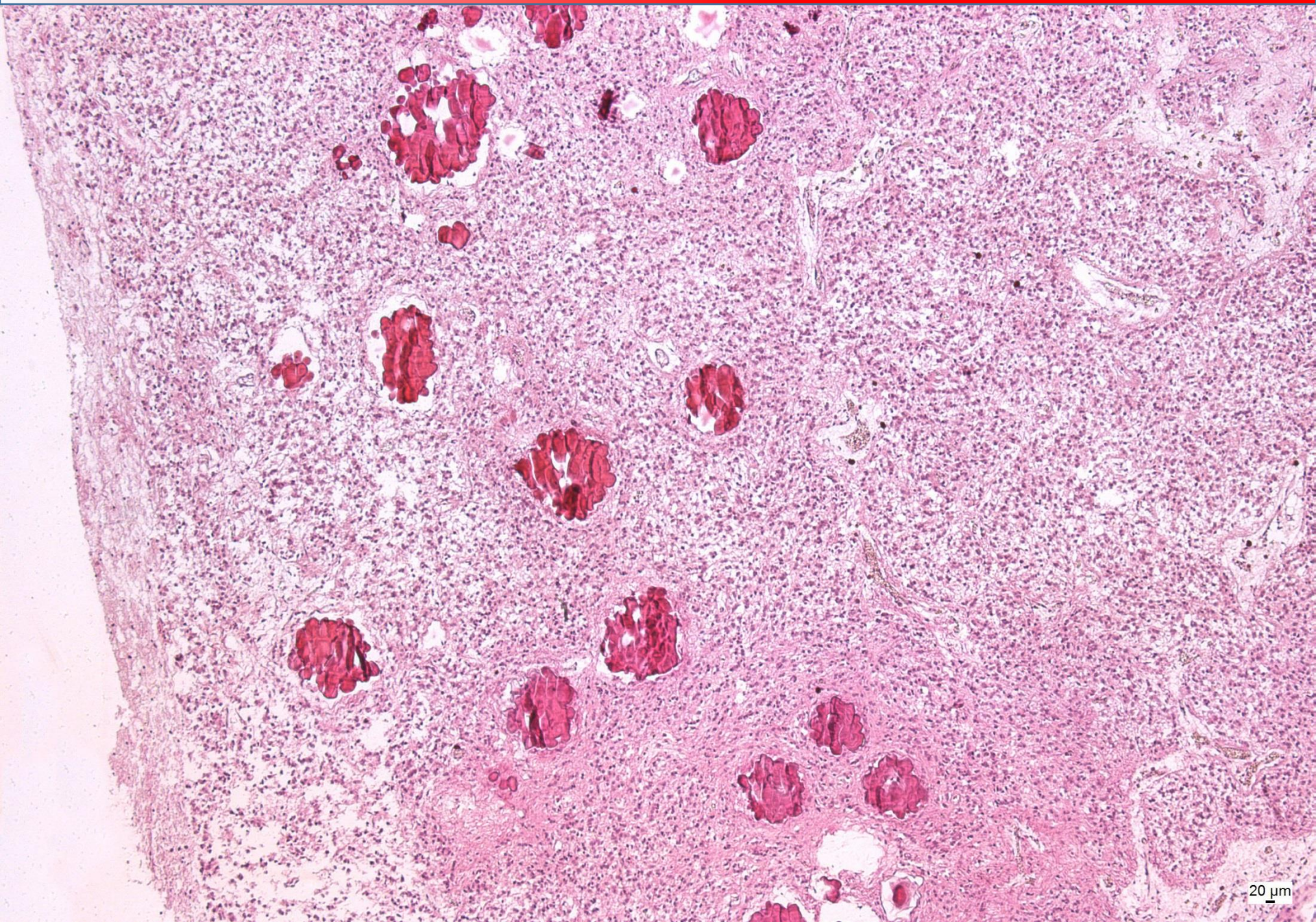


- epithalamus
- vazivové pouzdro navazující na pia mater
- tenká vazivová septa
- nemyelinizovaná nervová vlákna
- **pinealocyty** (95%, velké, světlé, kulatá jádra)
- intersticiální neuroglie (astrocyty, tmavé, podlouhlá jádra)
- **acervulus cerebri**
- **melatonin**





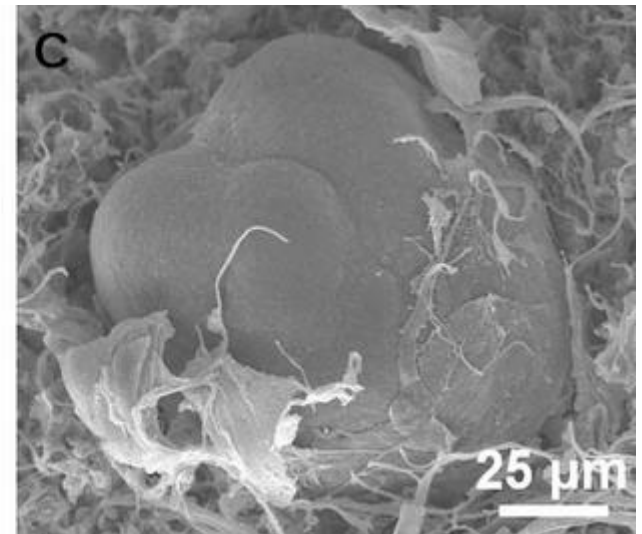
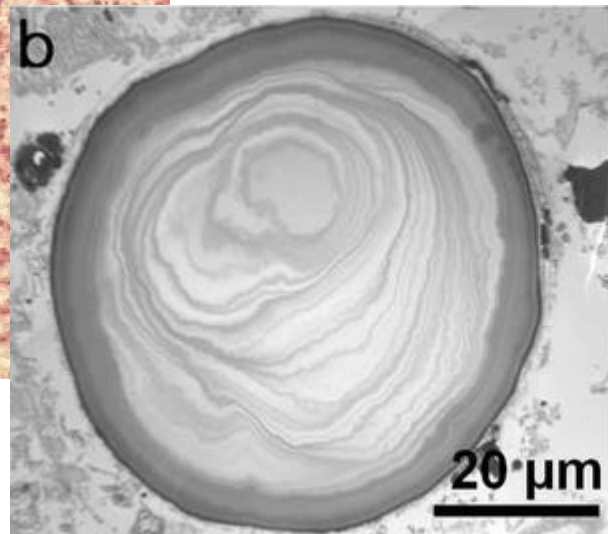
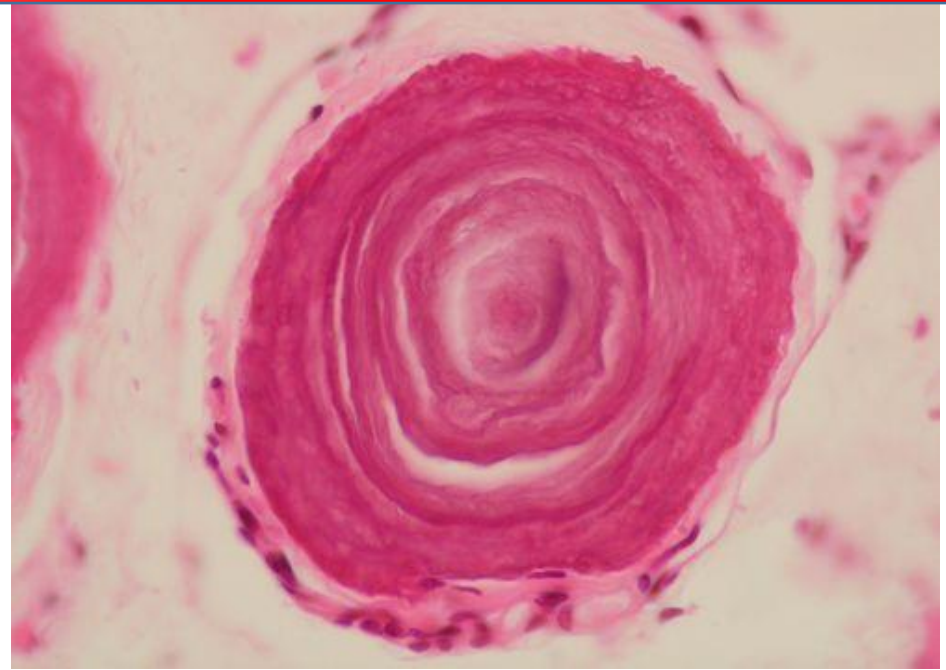
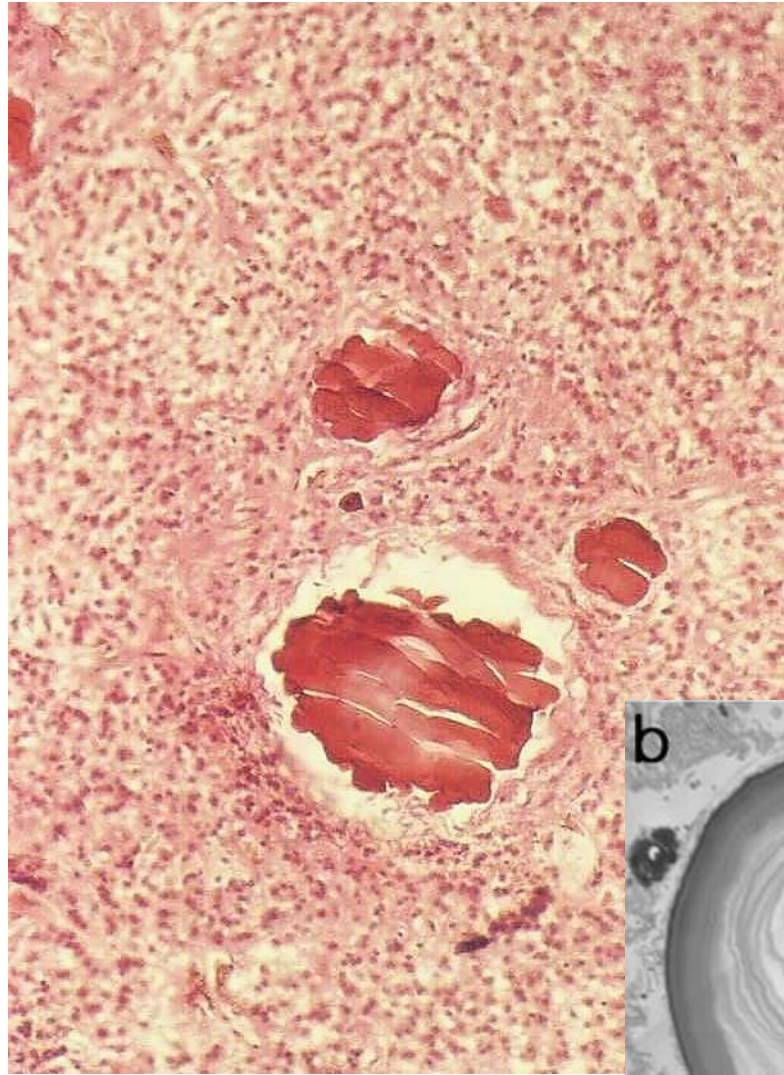
# EPIFÝZA (C. PINEALE)



20  $\mu$ m

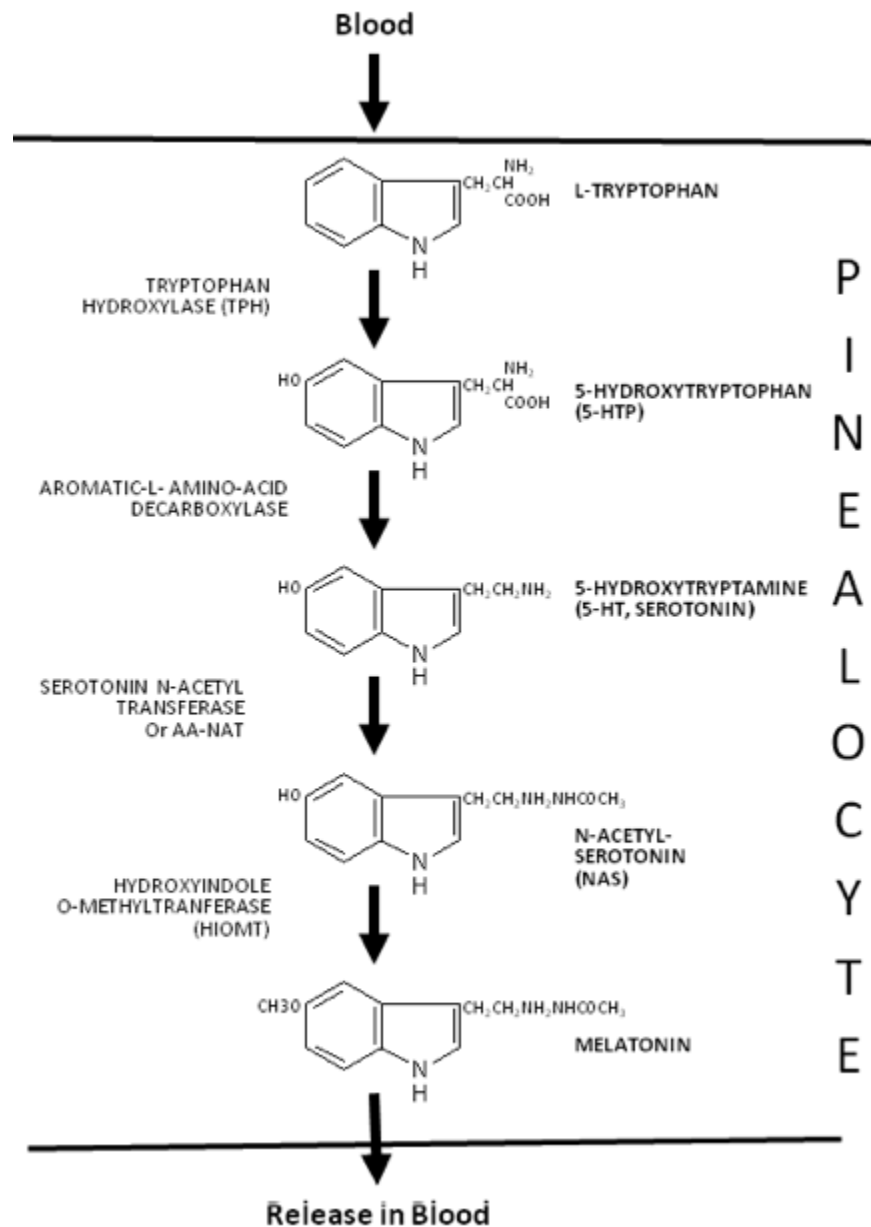


# EPIFÝZA - ACERVULUS CEREBRI



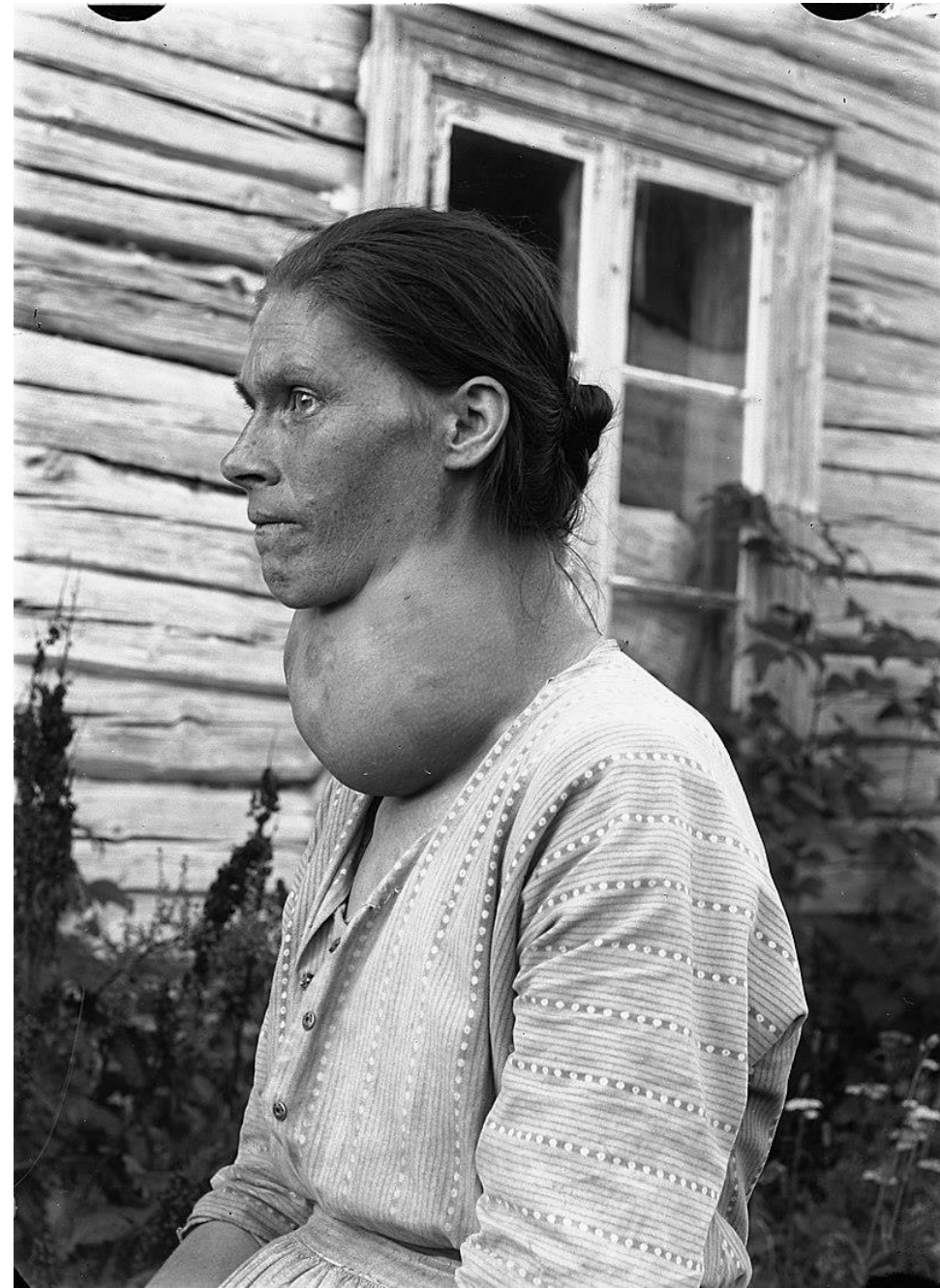
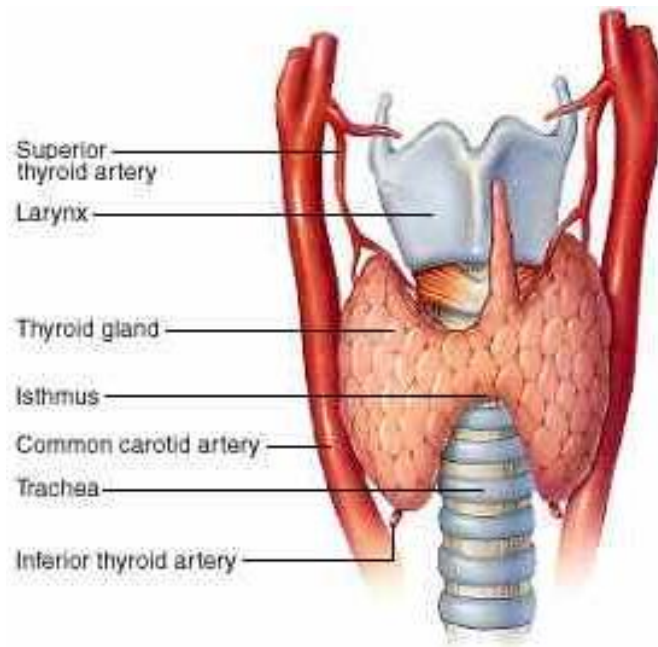
# MIKROSKOPICKÁ STAVBA EPIFÝZY

- **pinealocyty**
- hvězdčité, modifikované neurony v trámčích
- asociace s fenestrovanými kapilárami
- neurosekreční dilatace
- nevizuální fotorecepce
- melatonin – acetylace serotoninu (hydroxytryptaminu)
- cirkadiánní rytmy





# ŠTÍTNÁ ŽLÁZA (GL. THYROIDEA)



# ŠTÍTNÁ ŽLÁZA (GL. THYROIDEA)

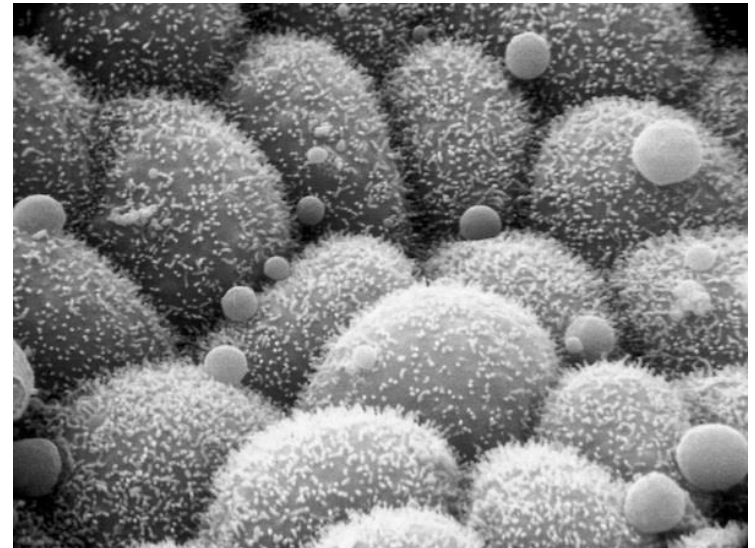
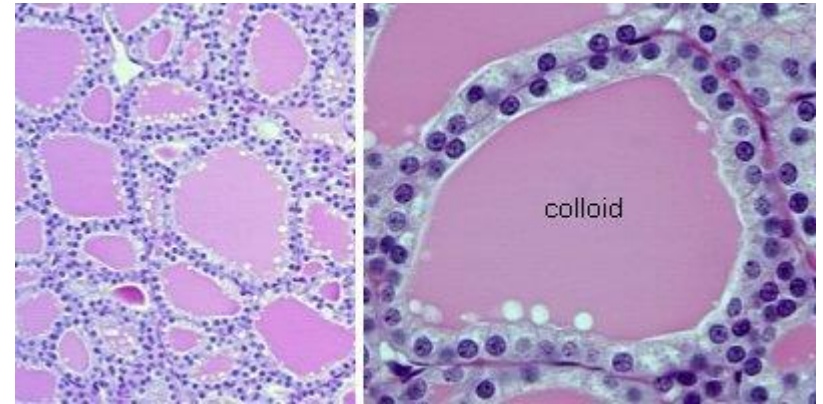
- Thyroidní hormony (**T3, T4**)
- **C buňky** *calcitonin*,

**Vazivový obal + septa**

**Laloky → lalůčky - folikuly**

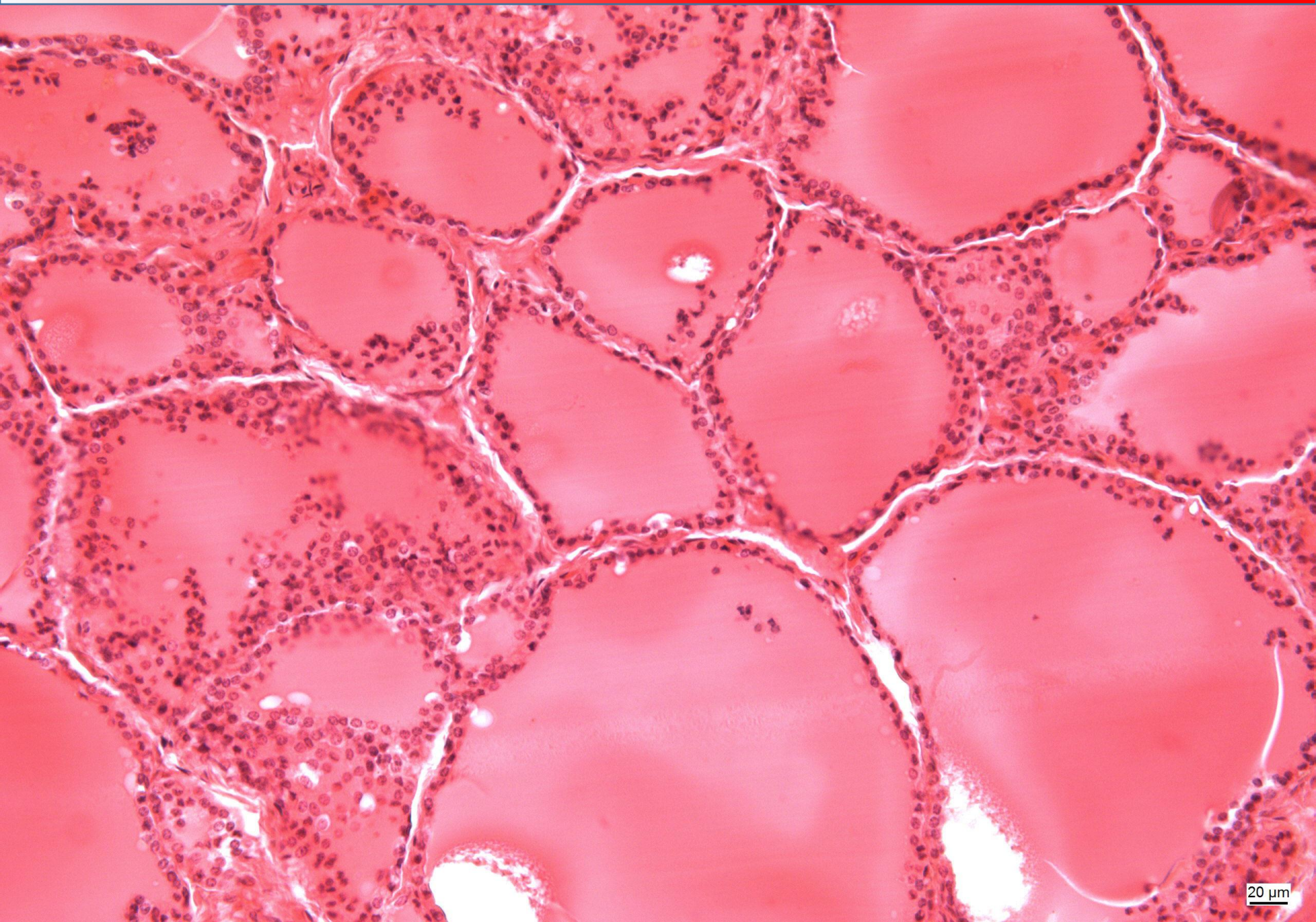
**Folikuly** (50  $\mu\text{m}$  - 1 mm)

- Odděleny řídkým vazivem
- Bohatá kapilární síť
- Jednoduchý kubický epitel
- Koloid





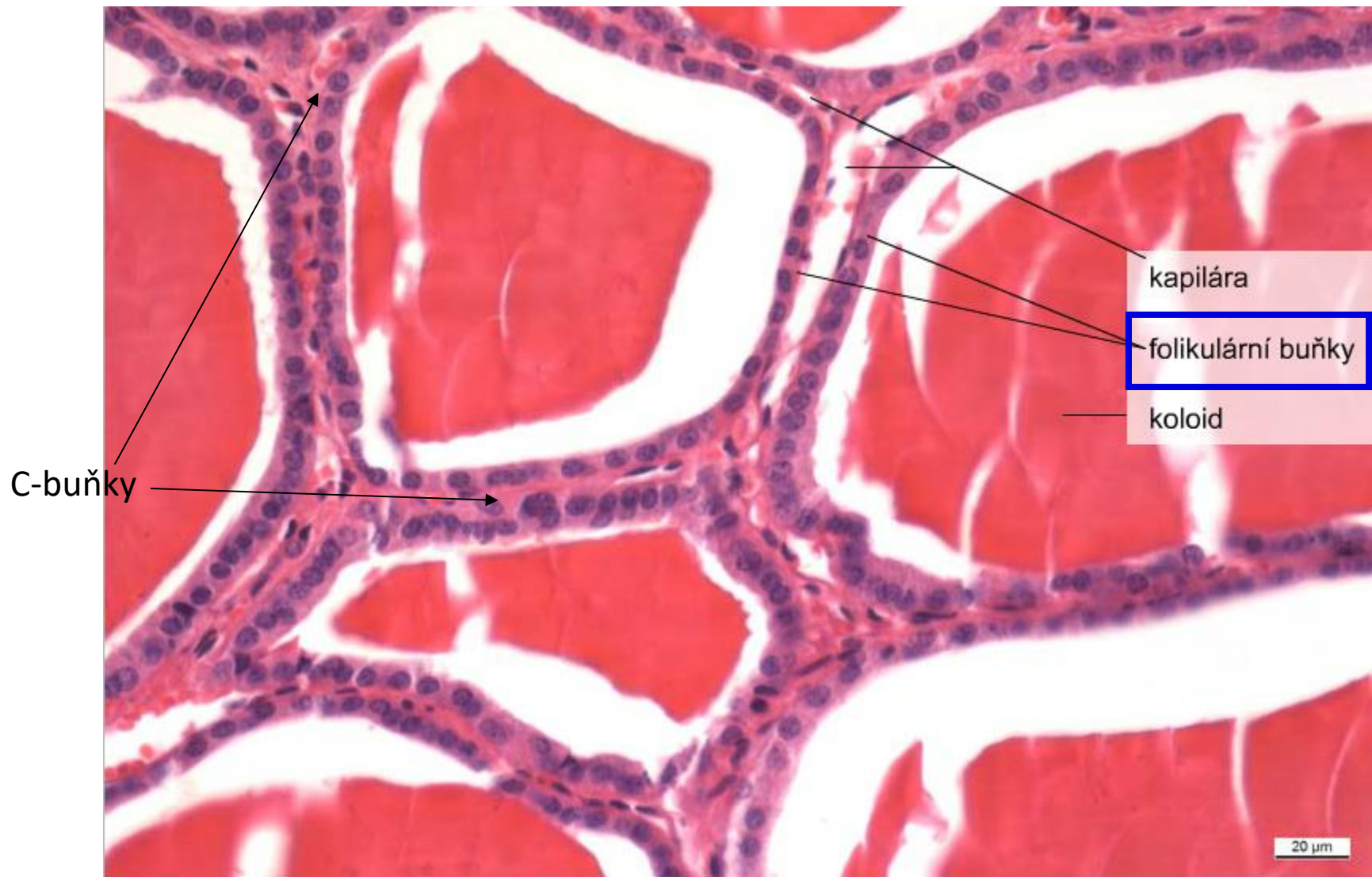
# ŠTÍTNÁ ŽLÁZA (GL. THYROIDEA)



20  $\mu$ m



# FOLIKULY ŠTÍTNÉ ŽLÁZY



**C buňky (parafolikulární)** - báze epitelu, bez kontaktu s koloidem

## Kapilární síť kolem folikulů



## T3 a T4 hormony

### Syntéza T4 ve štítné žláze

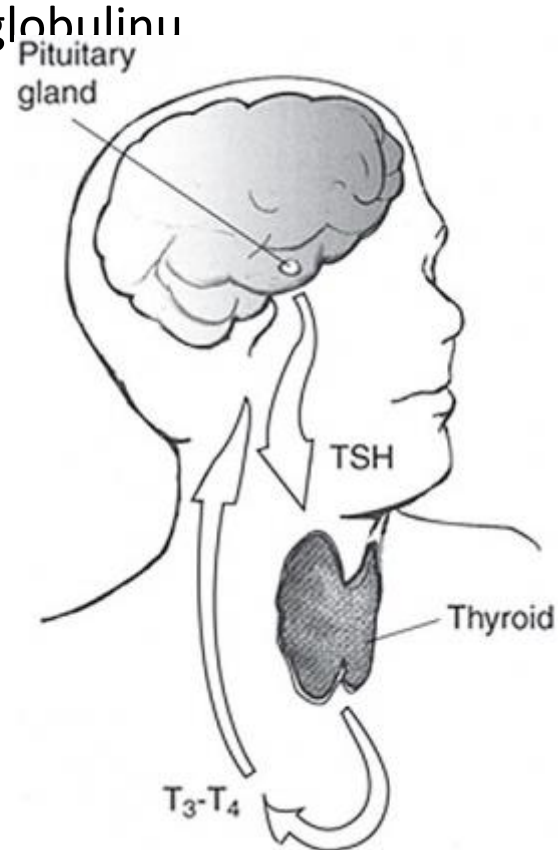
- Na-I symporter přenáší z krevního oběhu 2 Na<sup>+</sup> and 1 I<sup>-</sup> přes membrány
- I transportér (pendrin) přenáší I do koloidu folikulárních buněk
- thyroperoxidasa oxiduje 2 I<sup>-</sup> → I<sub>2</sub>.
- folikulární buňky produkují thyroglobulin (660kDa, <100 Tyr)
- thyroperoxidasa iodinuje tyrosylové zbytky (cca 20) thyroglobulinu
- endocytóza koloidu
- endocytické vesikuly + lysosomy, lysosomální enzymy odštěpují T<sub>4</sub> z molekuly thyroglobulinu
- exocytóza

### Syntéza T3 z T4

- T4 v krevním oběhu ~6.5 dnů, T3 ~2.5
- tkáňově specifické deiodinasy generují T3

### Funkce

- kritické pro vývoj mozku
- metabolismus (dusíková bilance, proteosyntéza, lipolýza)



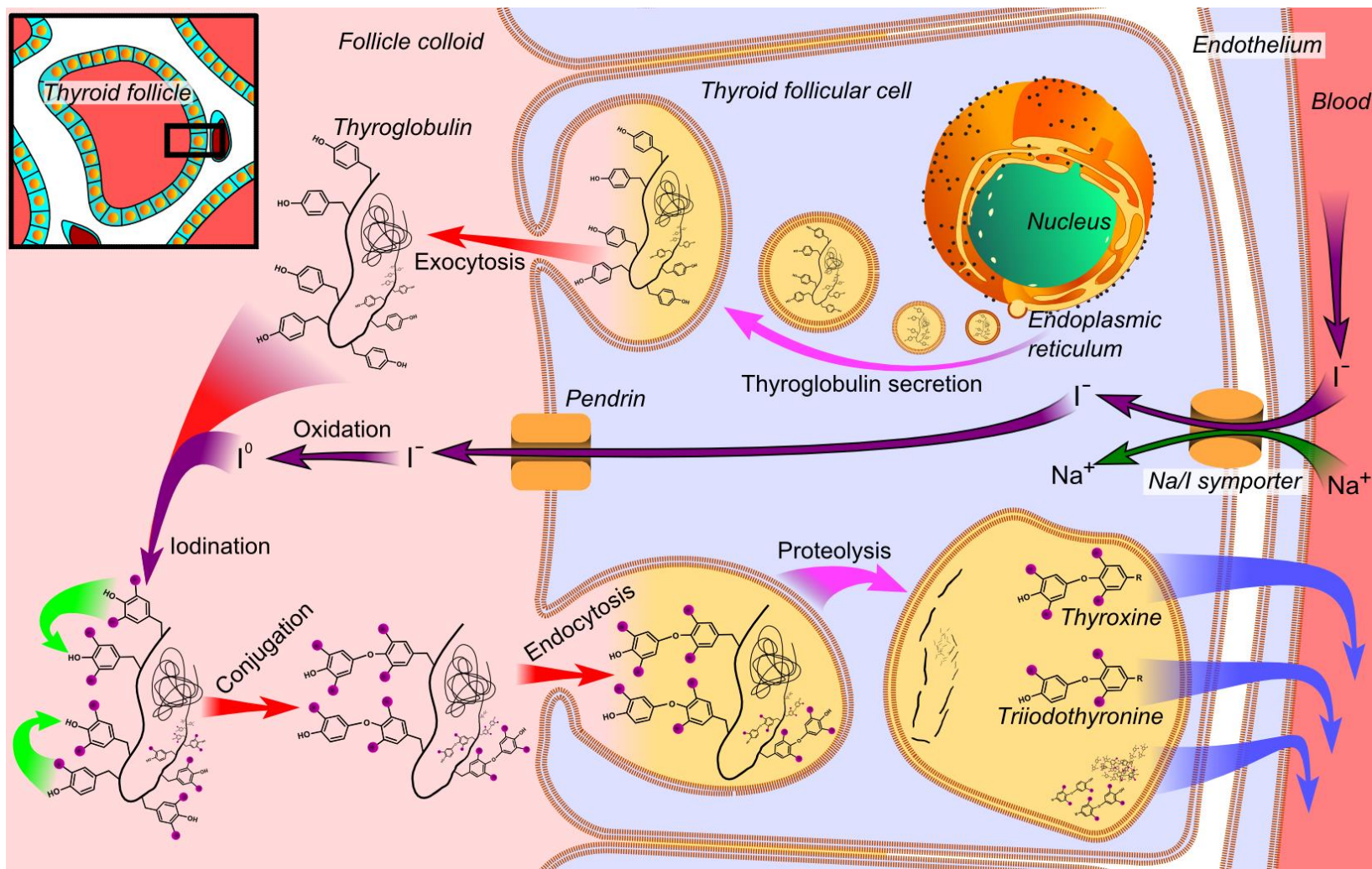
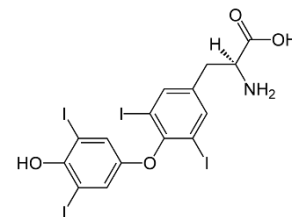
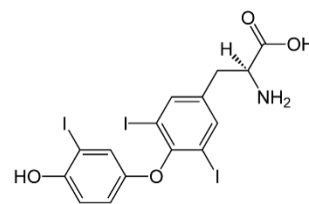
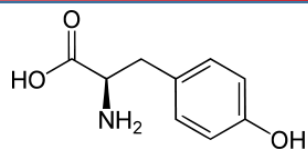


# HORMONY ŠTÍTNÉ ŽLÁZY

thyreoglobulin

trijodothyronin  $T_3$

tetraiodothyronin (thyroxin)  $T_4$



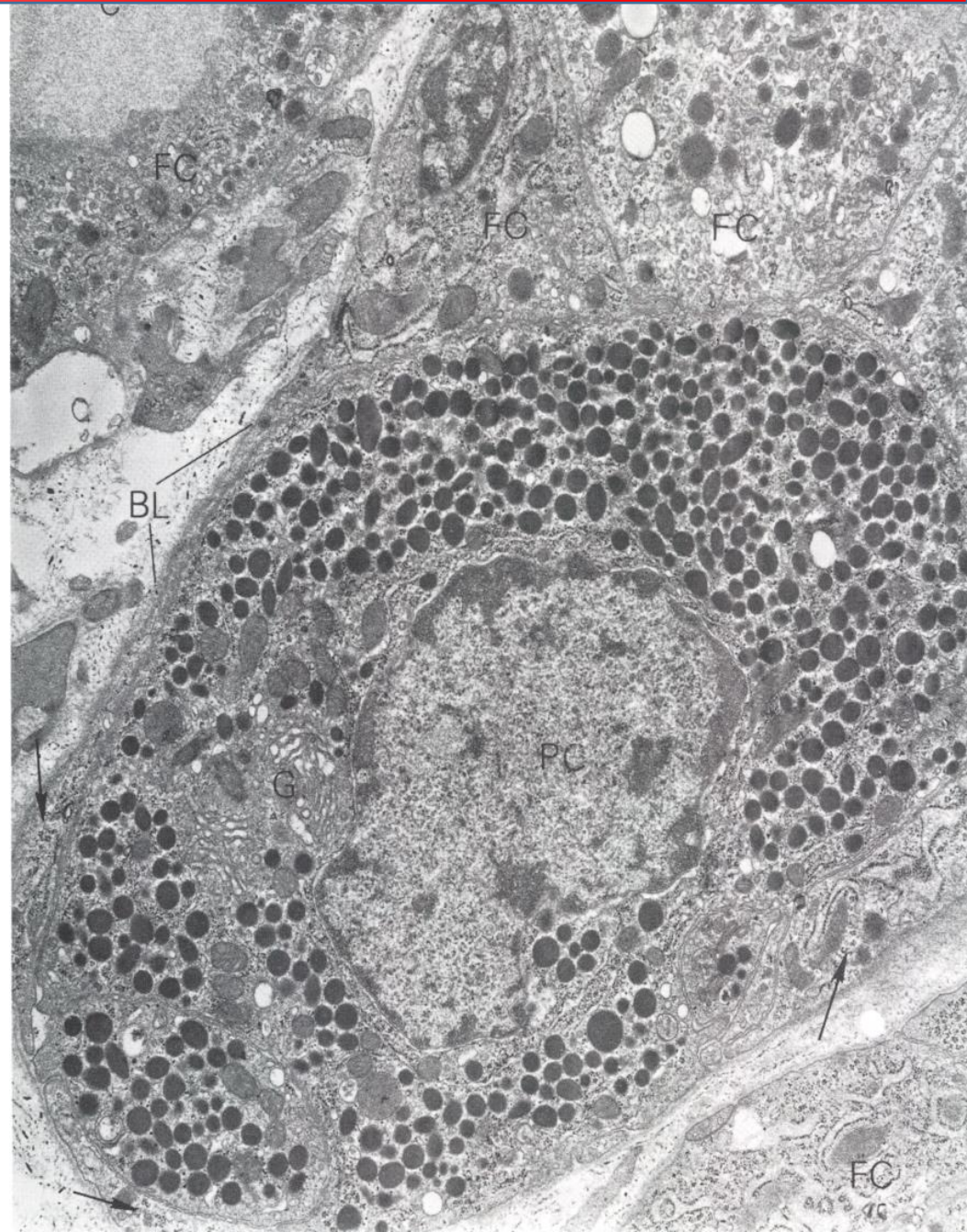
# PARAFOLIKULÁRNÍ (C) BUŇKY ŠTÍTNÉ ŽLÁZY

## *C buňky (parafolikulární)*

- původ z neurální lišty
- při bázi folikulárního epitelu
- nemají kontakt s koloidem
- deriváty 4. entodermální výchlípky
  
- rER, Golgi
- sekreční granula

## **Calcitonin**

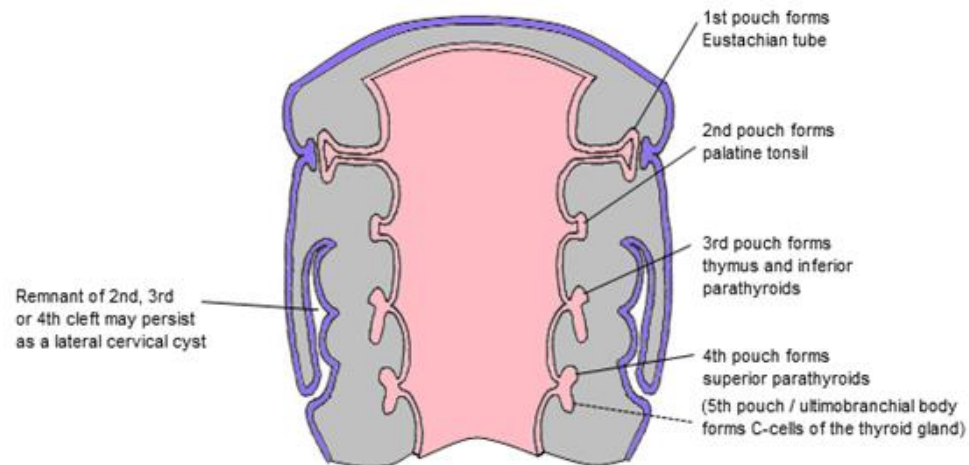
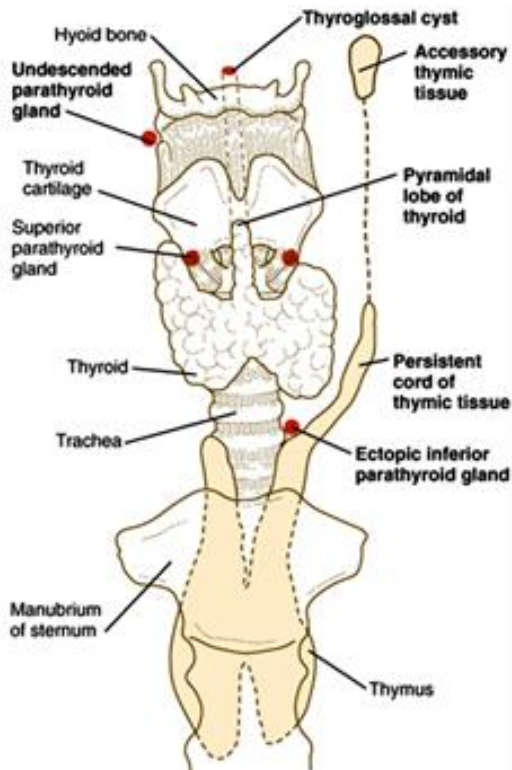
- metabolismus  $\text{Ca}^{2+}$





# VÝVOJ ŠTÍTNÉ ŽLÁZY

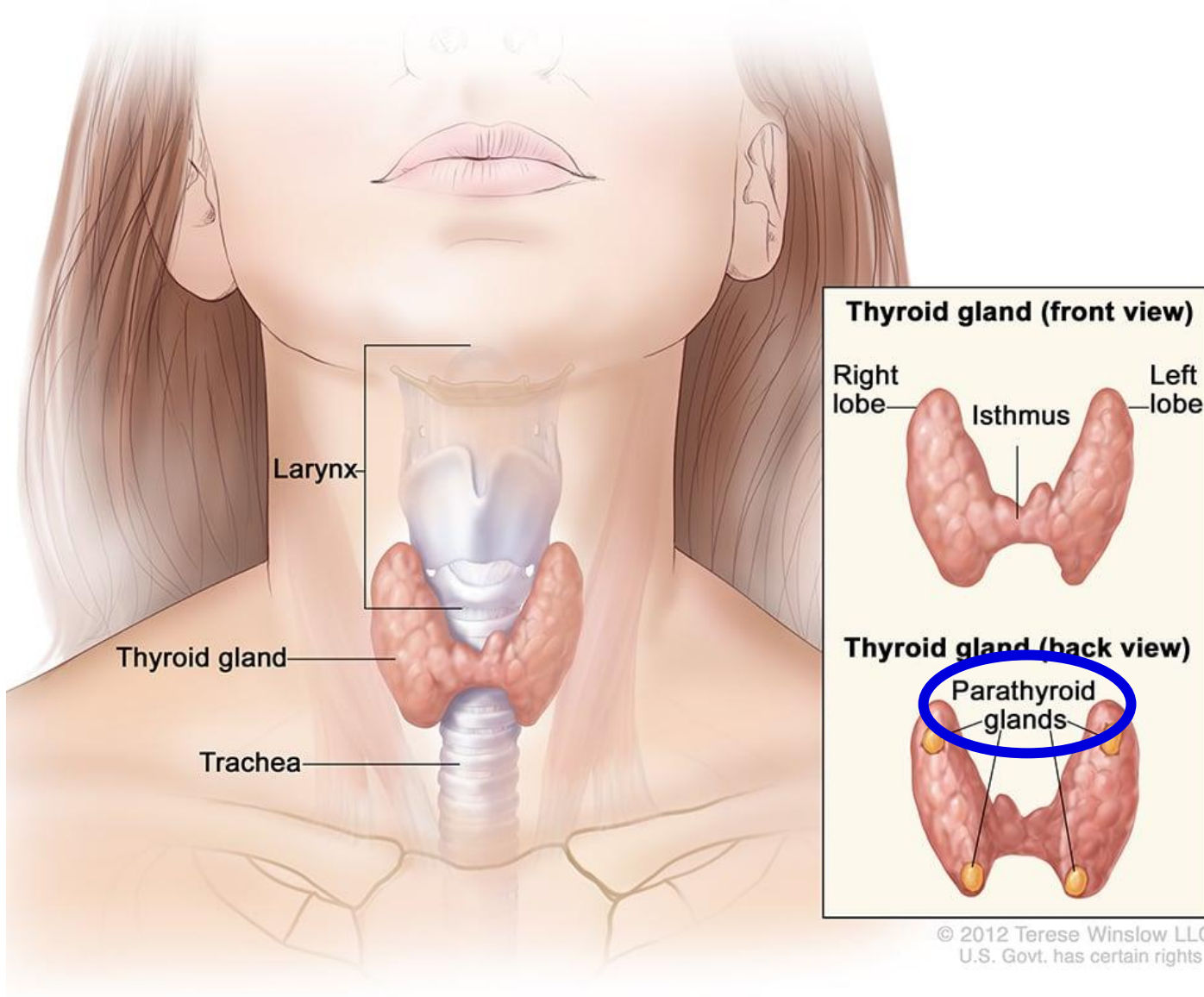
- endodermální proliferace epitelu faryngu mezi *tuberculum impar* a copulou
- slepě zakončený epitelový čep, vazivové stroma z neurální lišty
- obliterující **ductus thyreoglossus** → **foramen caecum**
- ektopická tkáň štítné žlázy





# PŘÍŠTÍTNÁ ŽLÁZA (GL. PARATHYREOIDEA)

## Anatomy of the Thyroid and Parathyroid Glands



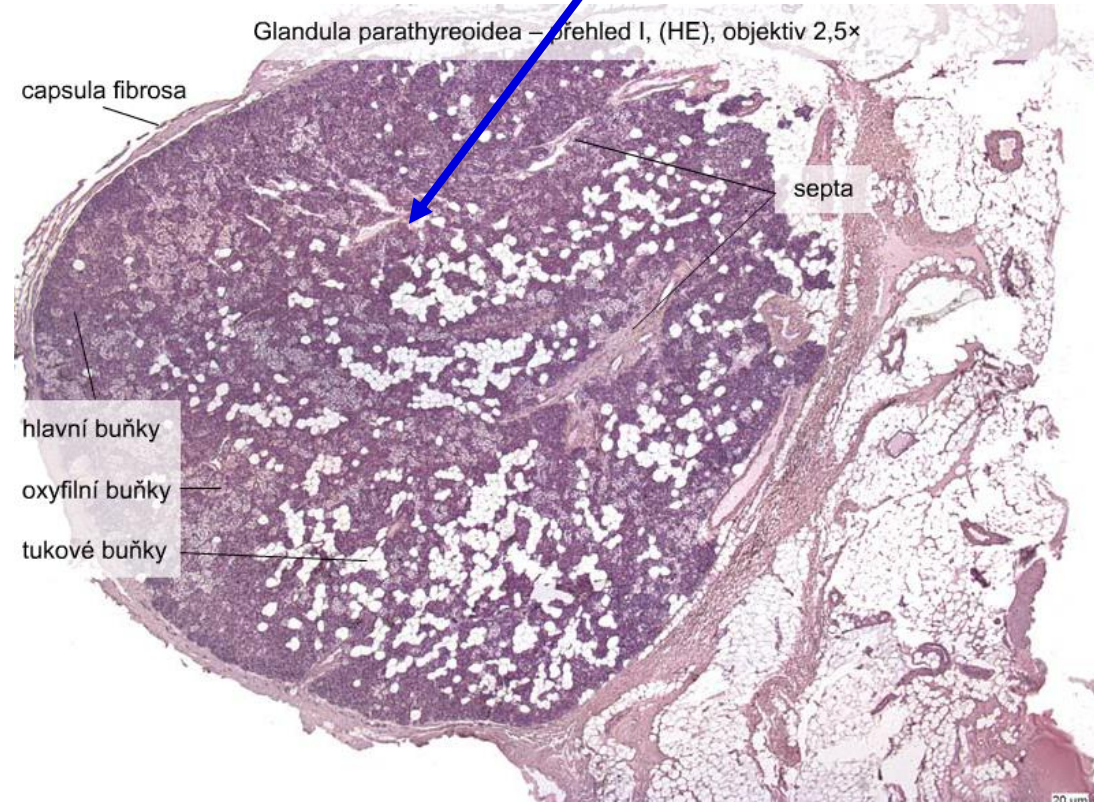
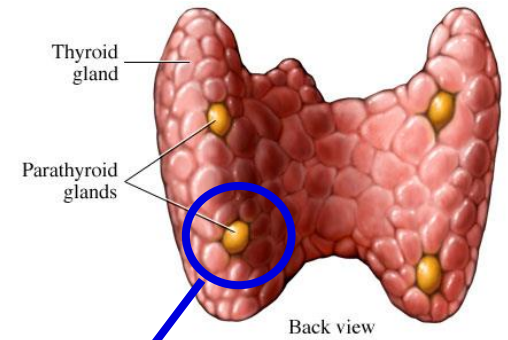
# PŘÍŠTÍTNÁ ŽLÁZA (GL. PARATHYREOIDEA)

- 6 mm, 130 mg
- Vazivové pouzdro + septa
- Kapilární síť
- **Trámce nebo skupiny žláзовých buněk**

Hlavní

Oxyfilní

Tukové





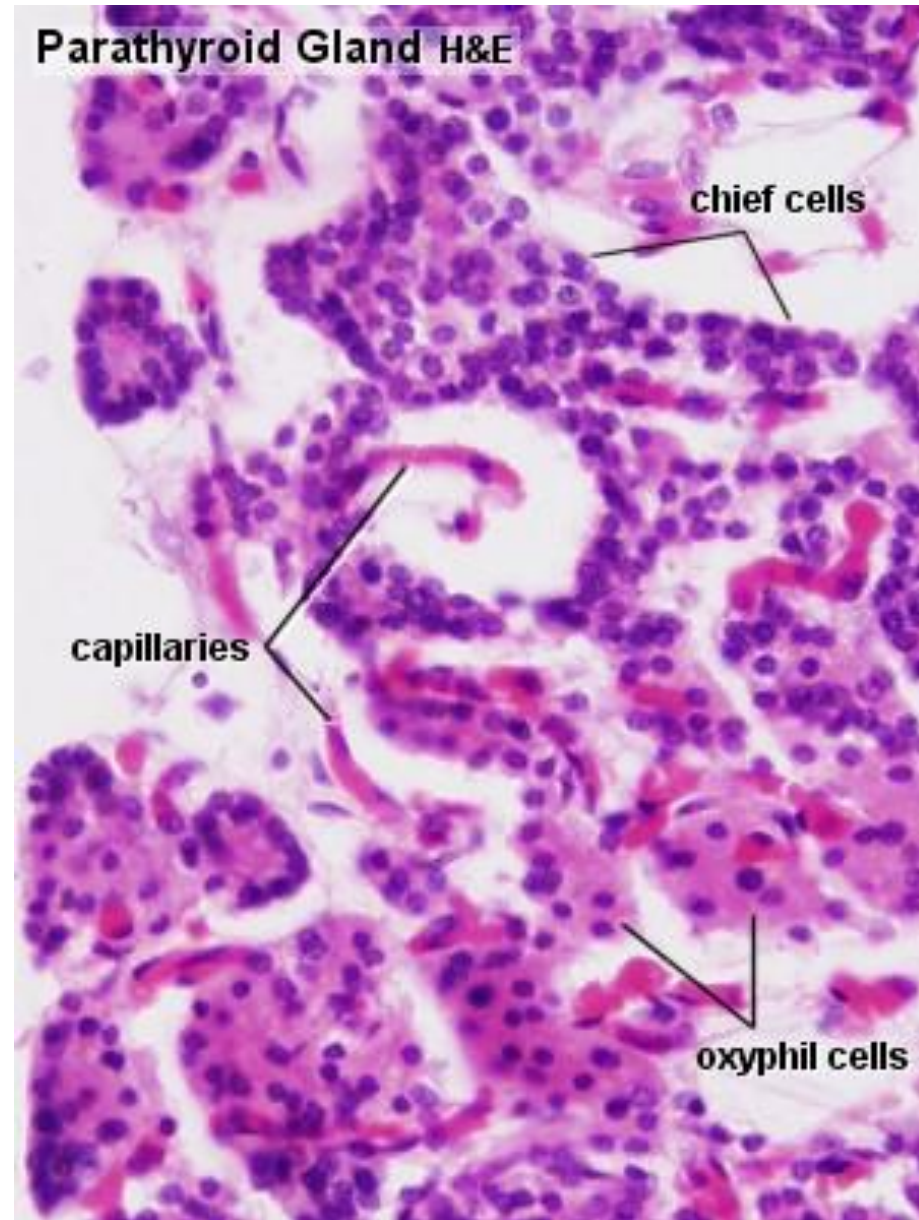
# PŘÍŠTÍTNÁ ŽLÁZA (GL. PARATHYREOIDEA)

- **Hlavní buňky**

- nejpočetnější
- malé buňky (7-10  $\mu\text{m}$ ) s velkým jádrem
- mírně acidofilní
- PTH – vápníkový metabolismus

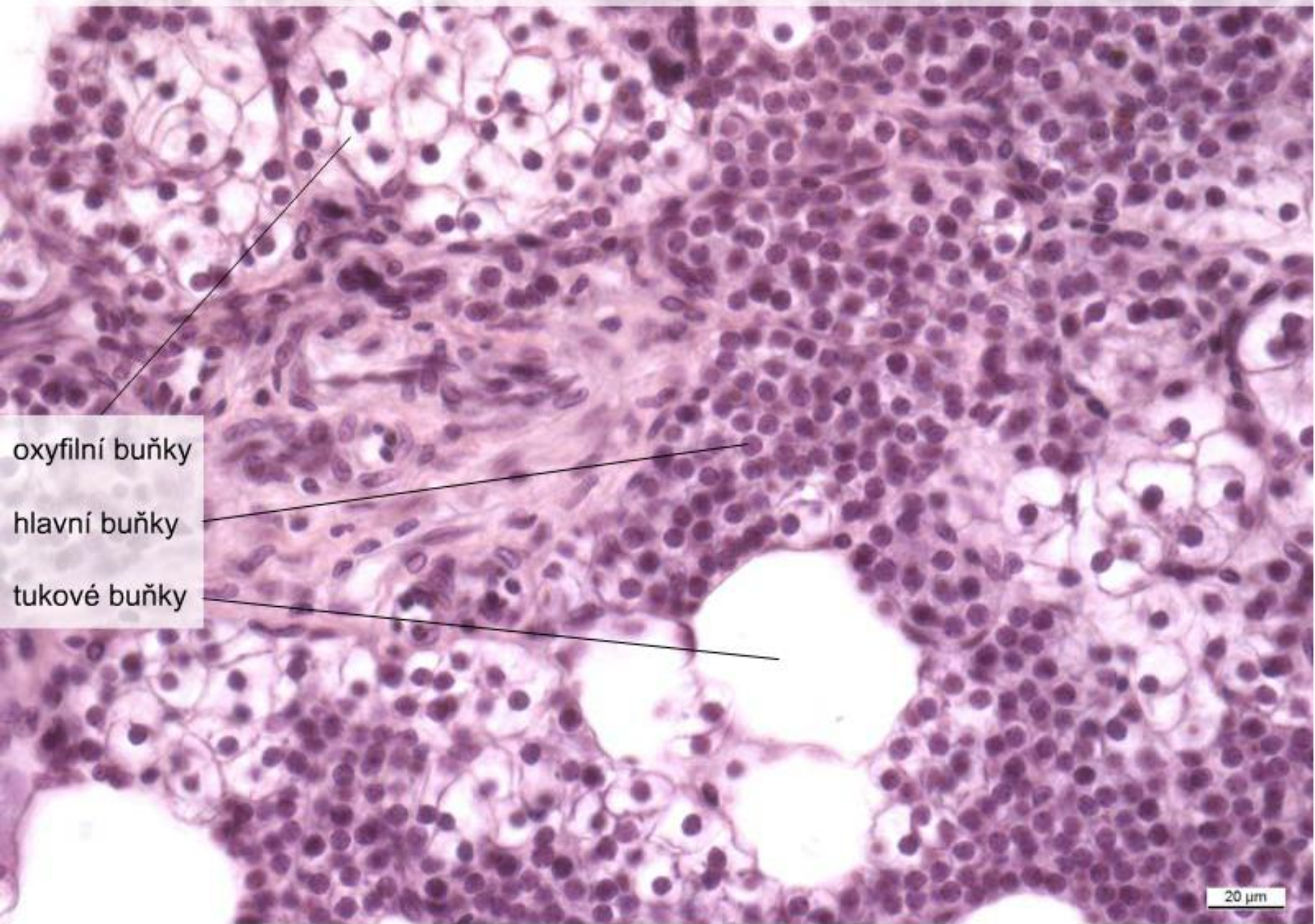
- **Oxyfilní**

- větší, polyedrické,
- silně acidofilní/eozinofilní
- kulaté jádro
- glykogen





Glandula parathyreoidea – přehled II, (HE), objektiv 40×



oxyfilní buňky

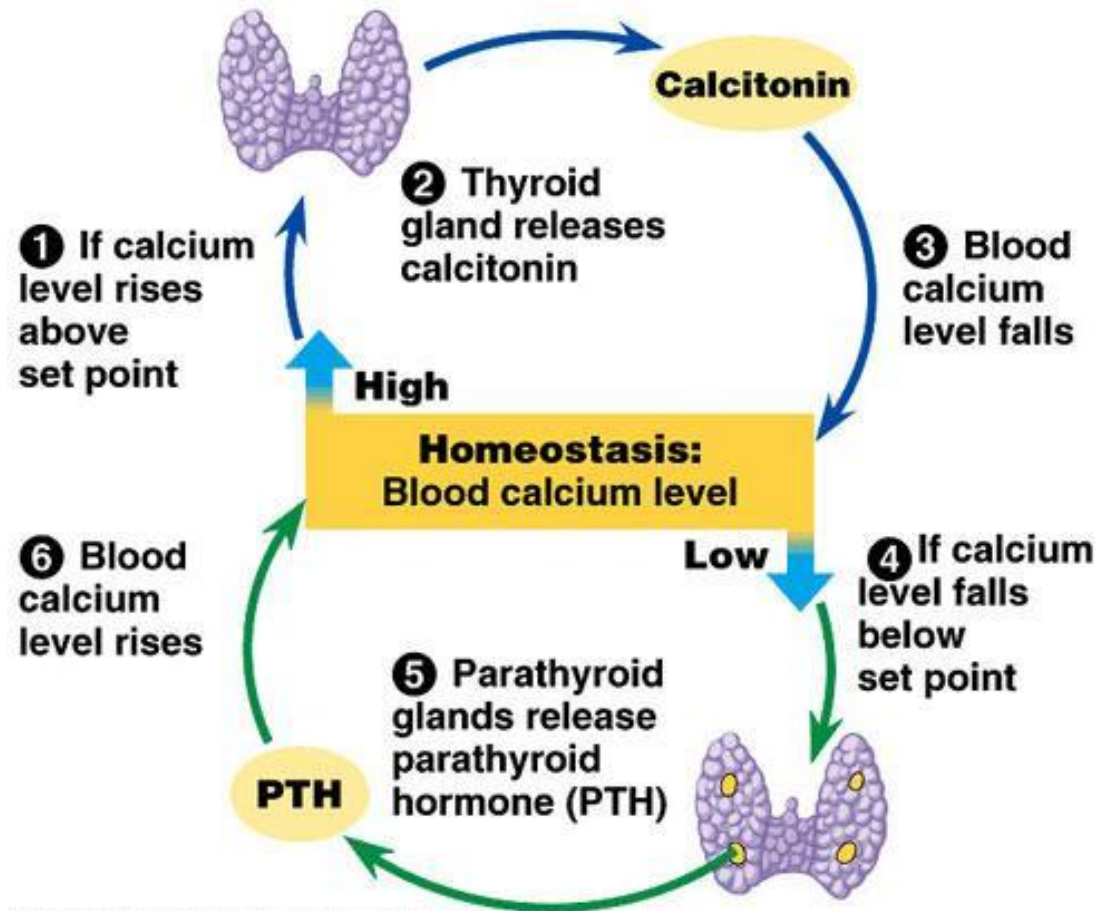
hlavní buňky

tukové buňky





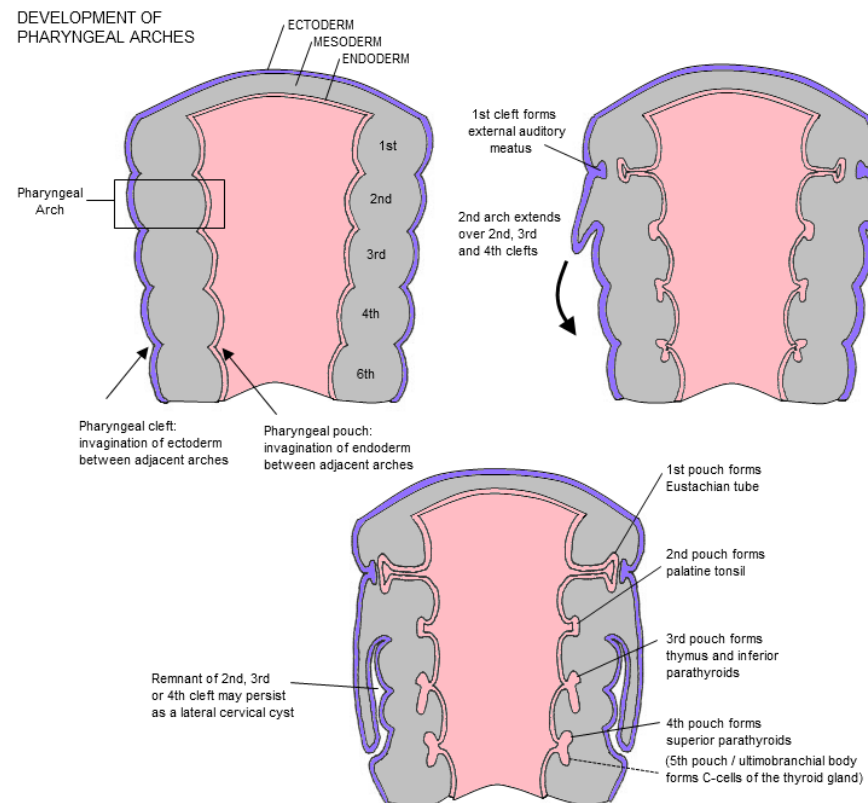
# PTH vs. calcitonin





# EMBRYONÁLNÍ VÝVOJ PŘÍŠTÍTNÉ ŽLÁZY

- *glandulae parathyroideae superiores* z dorsálního výběžku **4. faryngeální výchlípků**
- *glandulae parathyroideae inferiores* z dorsálního výběžku **3. faryngeální výchlípků**
- společně s thymem sestupují ke spodní části štítné žlázy
- možnost ektopické příštítné žlázy v thymu nebo mediastinu

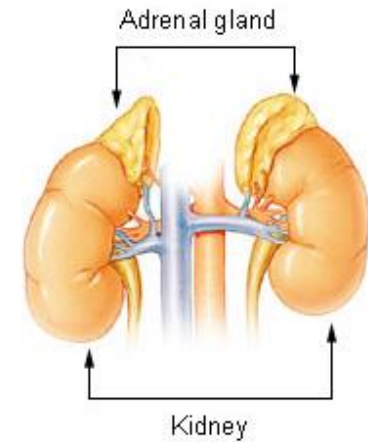
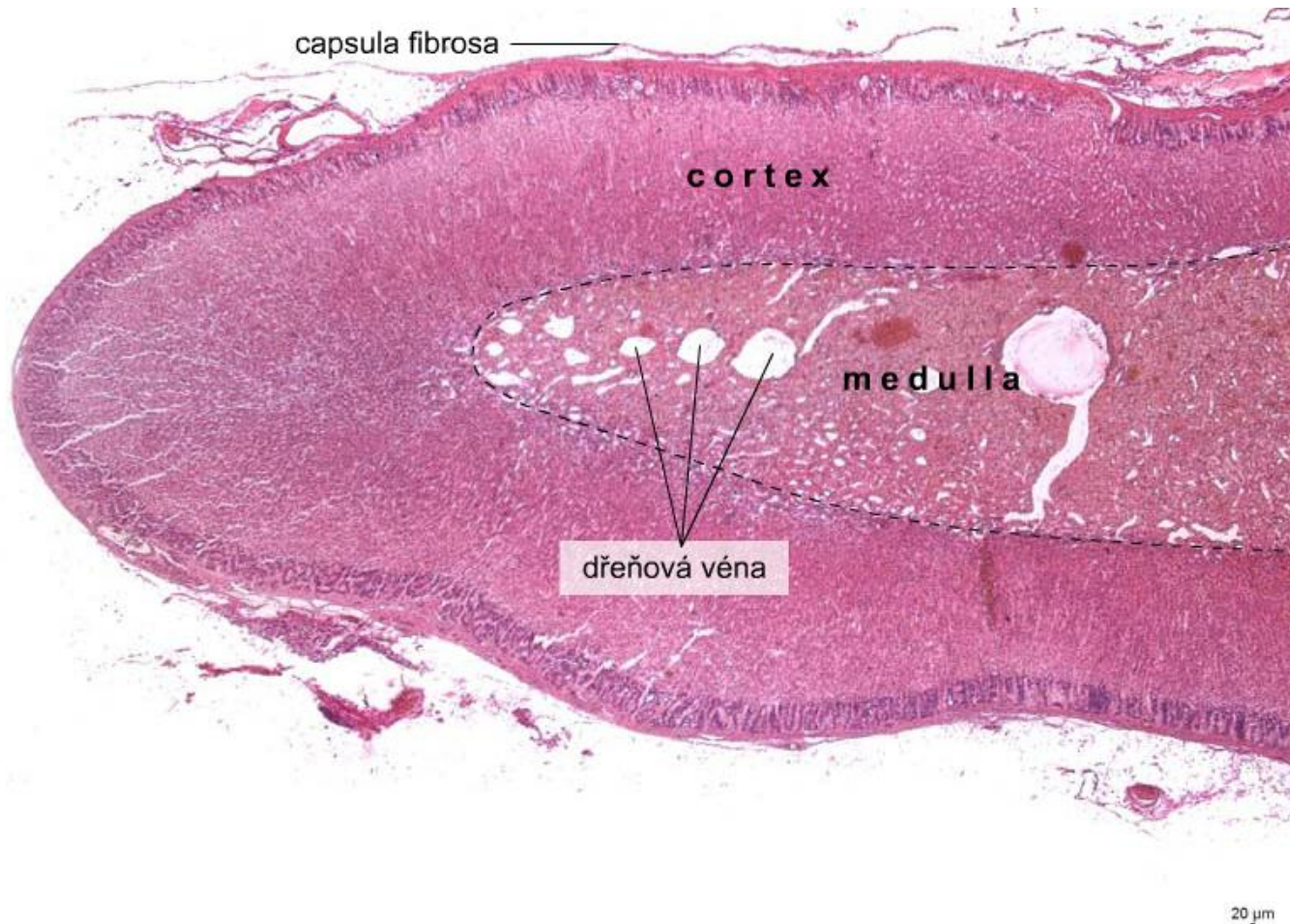


# What Does **Fight or Flight** Response Mean & How To Bust Out





# NADLEDVINA (CORPUS SUPRARENALIS)



- Vazivový obal + septa
- Kapilární síť
- Dvojitý embryonální původ: **kůra** - coelomový epitel, **dřeň** - neuronální lišta (neuroektoderm)

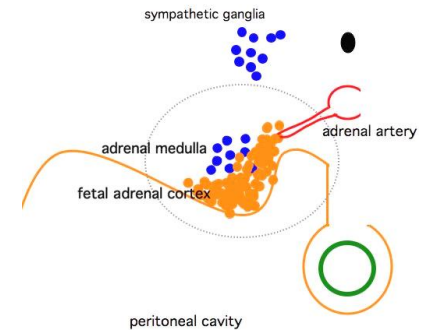
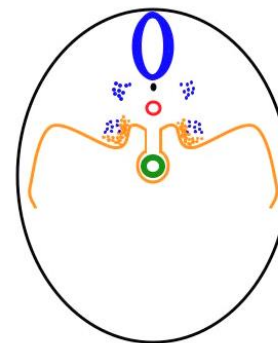
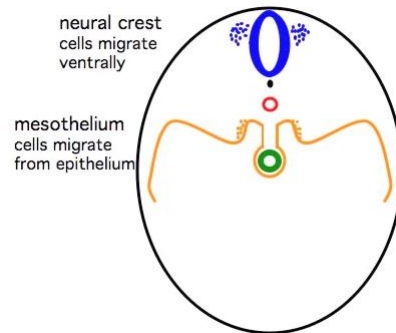
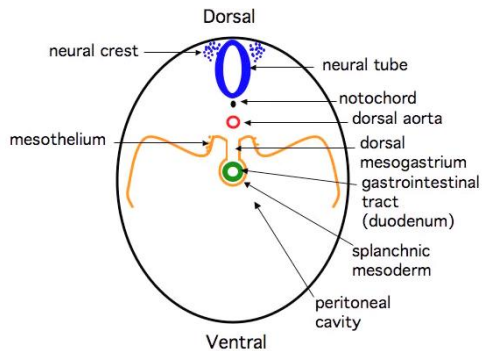
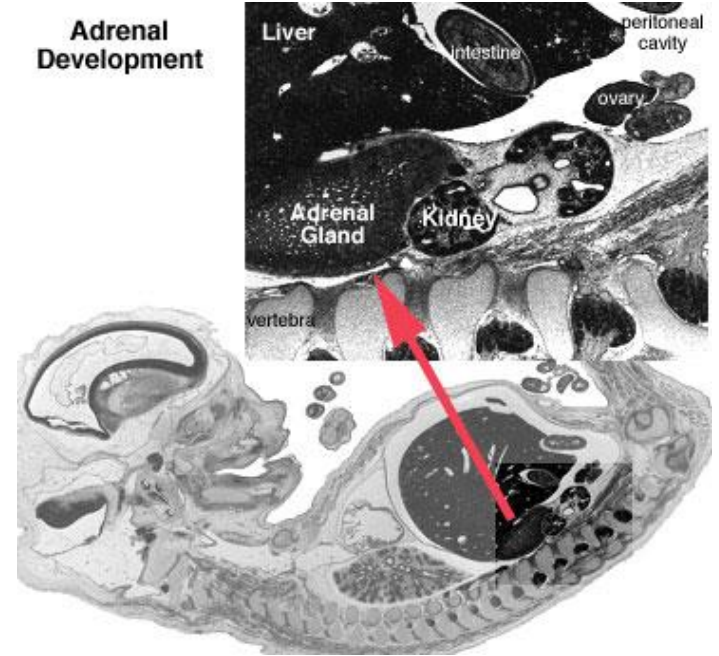
# EMBRYONÁLNÍ VÝVOJ NADLEDVINY

## Kůra

- mesoderm
- coelomový epitel
- primitivní (fetální) kůra: 5. (-6.) týden
- součást fetoplacentární jednotky
- definitivní kůra:
- druhá vlna proliferace,
- zona reticularis se plně diferencuje kolem 3. roku života

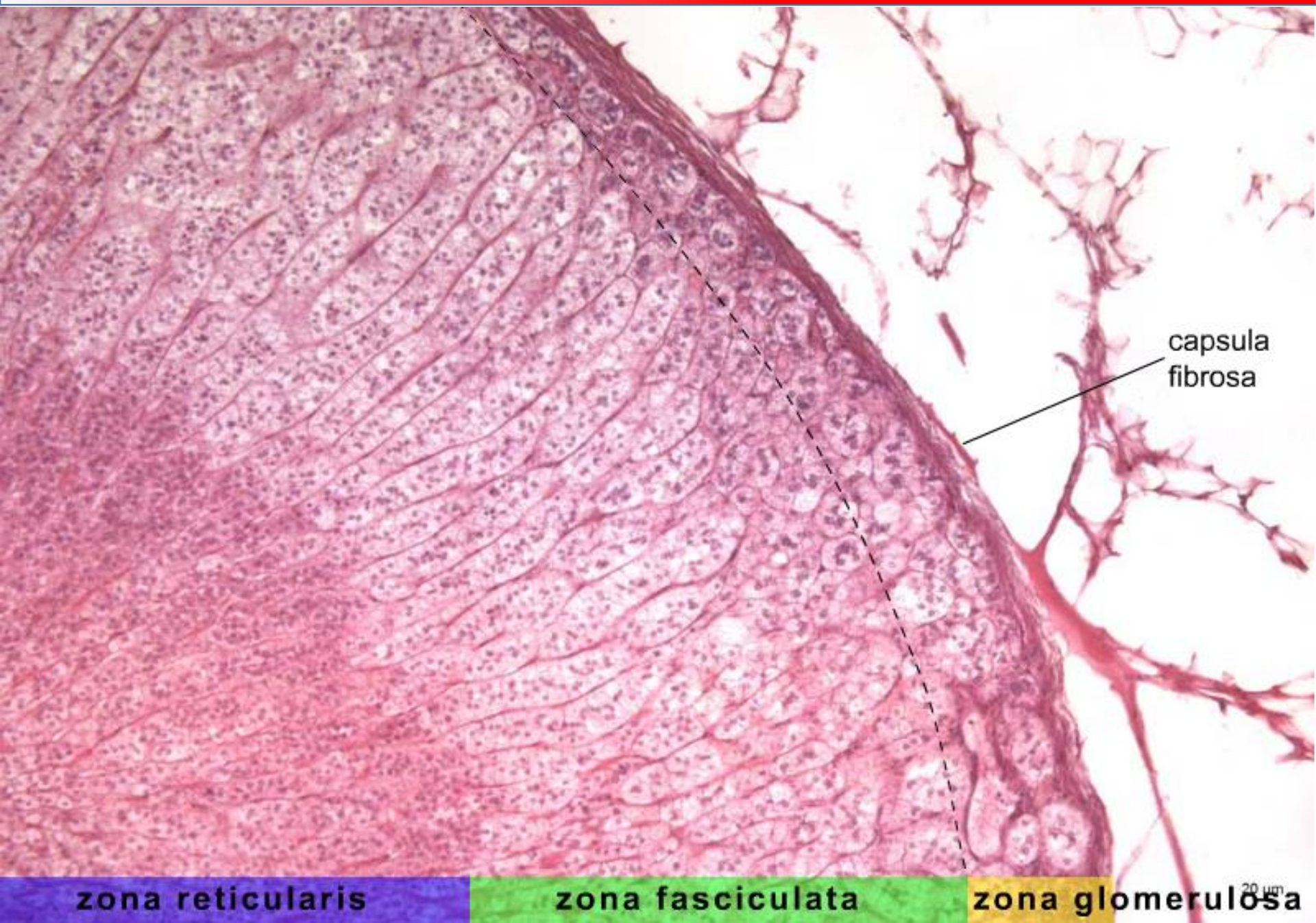
## Dřeň

- neurální lišta



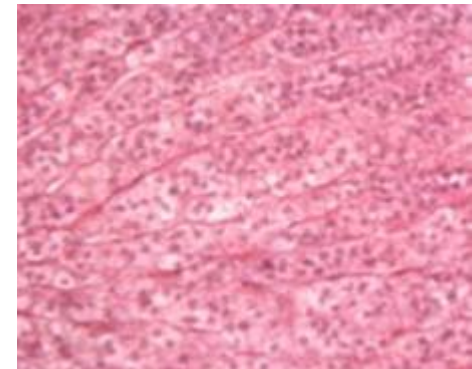
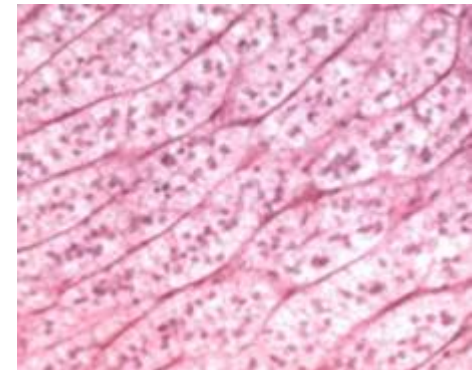
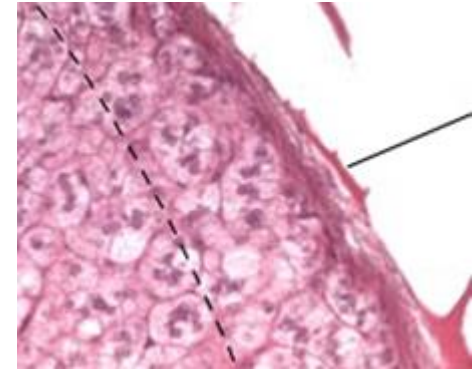


# KŮRA NADLEDVINY (CORTEX)



# KŮRA NADLEDVINY (CORTEX)

- **steroidogenní buňky**
  - hladké ER, Golgi, lipidové kapénky, početné mitochondrie s tubulárními kristami
  - steroidní hormony kortexu = **KORTIKOSTEROIDY**
- **Zona glomerulosa (1/10)**
  - tenká vrstva pod vazivovým obalem
  - malé buňky, klubíčka
  - nepočetné lipidové kapénky
  - **mineralokortikoidy** (aldosteron)
- **Zona fasciculata (6/10)**
  - radiálně uspořádané trabekuly
  - lipidové kapénky v cytoplasmě
  - **glukokortikoidy** (kortisol)
- **Zona reticularis (3/10)**
  - větvené trámce malých, acidofilních buněk
  - lipofuscin
  - **androgenní prekurzory**





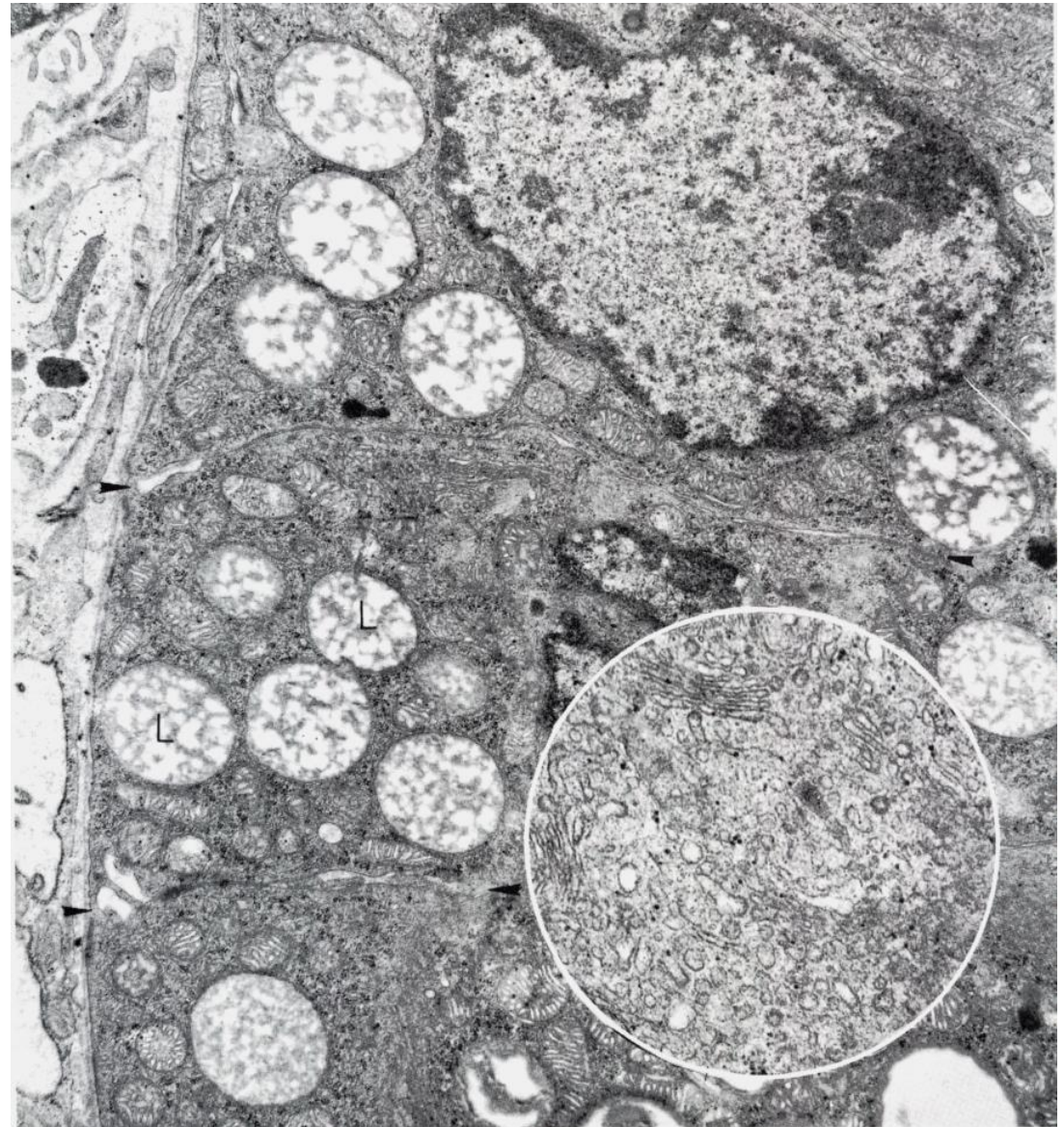
# HORMONY KŮRY NADLEDVINY

- Steroidy produkované v kortexu = KORTIKOSTEROIDY
- Steroidogenní buňky
  - SER, lipidové kapénky, mitochondrie

**Aldosteron** – *zona glomerulosa*

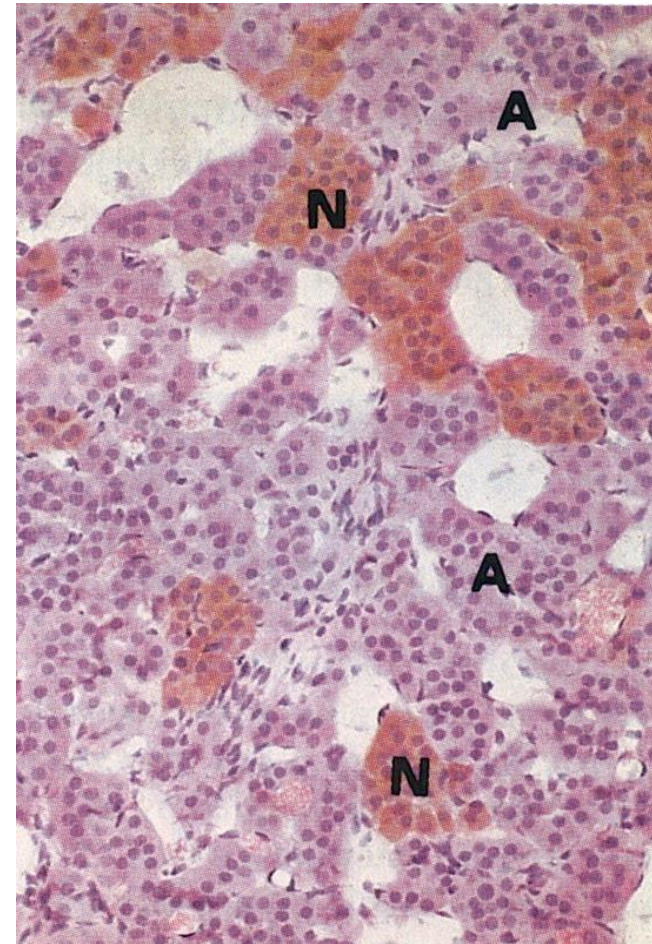
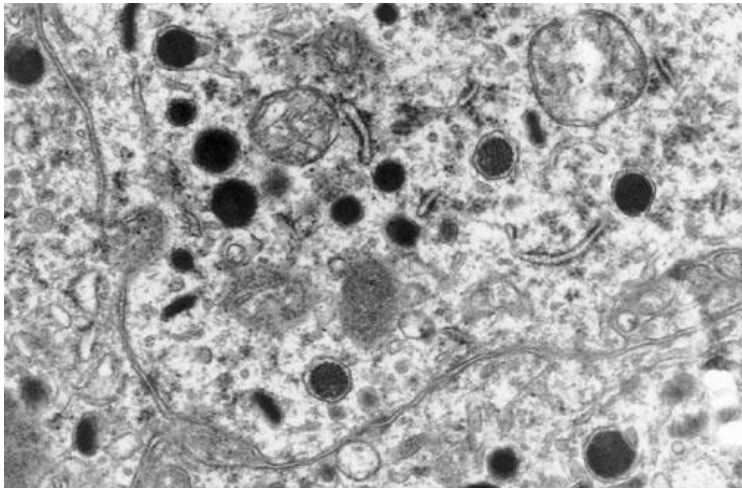
**Kortisol** – *zona fasciculata*

**Testosteron** – *zona reticularis*



# DŘEŇ NADLEDVINY

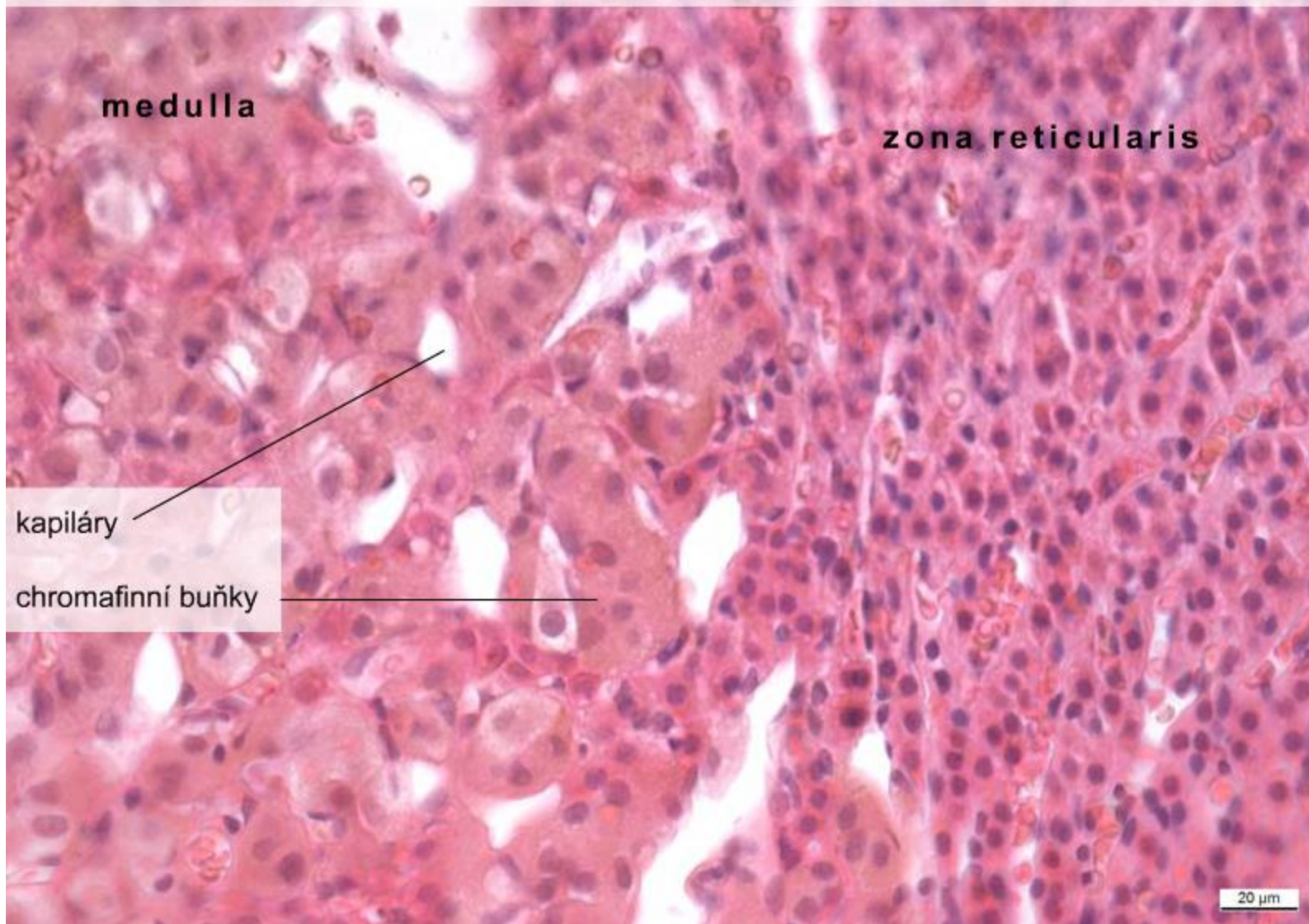
- Shluky žlázových buněk v retikulárním vazivu
  - chromafinní buňky – modifikované postgangliové neurony
  - gangliové buňky (A, N)
  - kapiláry, venuly, nervová vlákna
- **adrenalin a noradrenalin**





# DŘEŇ NADLEDVINY

Corpus suprarenale – medulla, (HE), objektiv 40×



# STRES

Hypothalamus

CNS

(sympatikus)

Hypofýza

ACTH

Dřeň nadledvin

Kůra nadledvin

**Adrenalin**

- krevní tlak, vazokonstrikce, zvýšení  
srdeční frekvence...

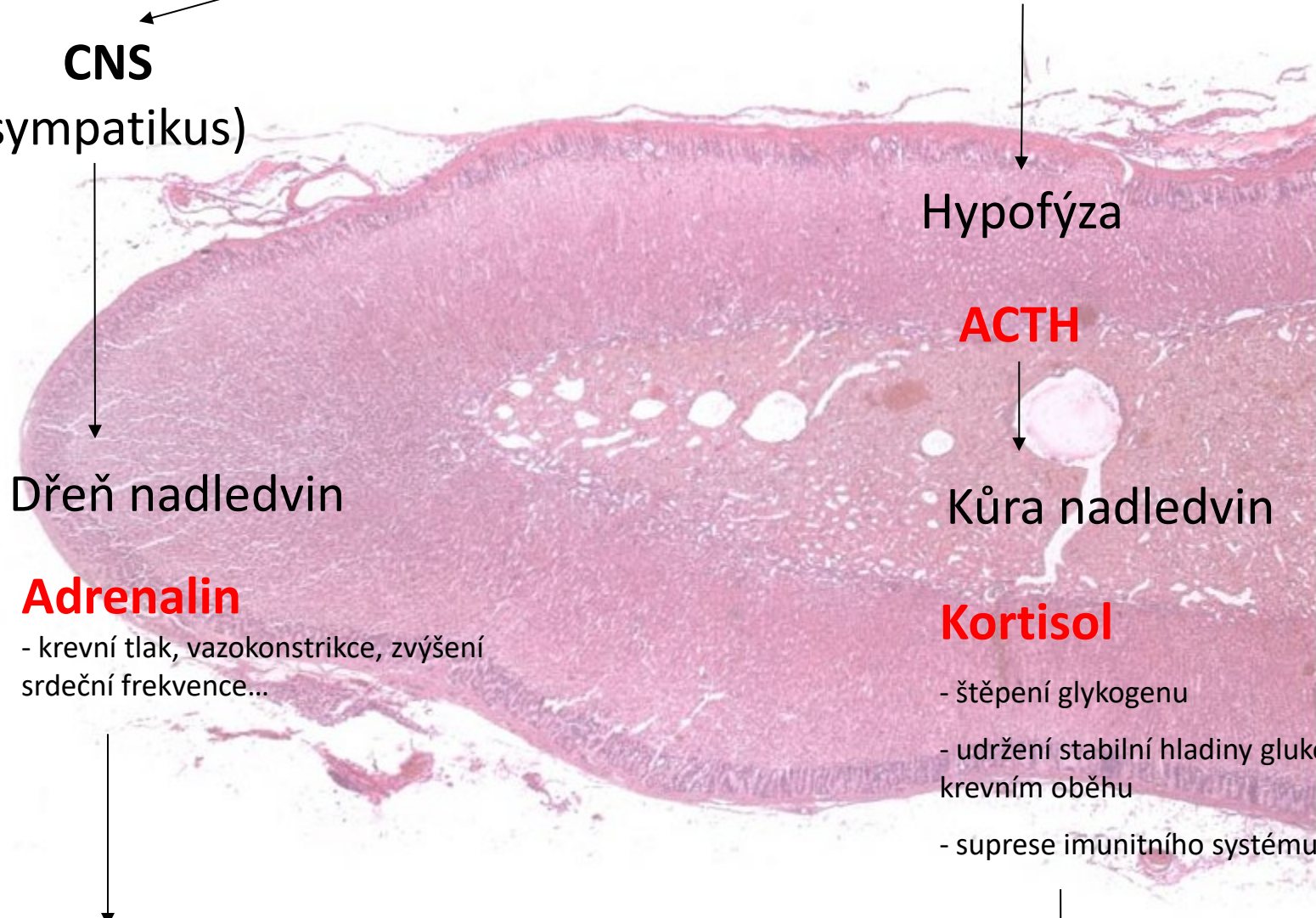
**Kortisol**

- štěpení glykogenů  
- udržení stabilní hladiny glukózy v  
krevním oběhu  
- suprese imunitního systému

**Fight or Flight**

**Chronický stres**

20 μm





Region (zóna)		Hormony	Cílová tkáň	Hormonální efekt	Kontrola
<b>Kůra</b>	Zona glomerulosa	Mineralokortikoidy (aldosteron)	Ledviny	Zvýšení renální reabsorpce Na <sup>+</sup> a vody Synergický efekt s ADH Vylučování K <sup>+</sup>	součást renin-angiotensinového systému, produkce na základě zvýšené hladiny K <sup>+</sup> nebo nízké hladiny Na <sup>+</sup>
	Zona fasciculata	Glukokortikoidy (hydrokortison)	Většina buněk	Uvolnění aminokyselin ze svalů, lipidů z tukové tkáně, periferní utilizace lipidů protizánětlivé účinky	Stimulace ACTH
	Zona reticularis	Androgeny	Většina buněk	U dospělých mužů nepodstatný U dětí a žen růst kostí, svalů, krvetvorba	Stimulace ACTH
<b>Dřeň</b>		Epinefrin, norepinefrin	Většina buněk	Zvýšení srdeční aktivity, centralizace oběhu, bronchodilatace, glykogenolýza, regulace glykémie	Sympatikus



**Děkuji za pozornost**

Dotazy a komentáře  
*[pvanhara@med.muni.cz](mailto:pvanhara@med.muni.cz)*